

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Rekonstrukce výkonových jističů pro hlavní  
průmyslový rozváděč**

**Reconstruction of the main power circuit  
breakers for industrial distributor**

2015

Robert Stryja

## Zadání bakalářské práce

Student: **Robert Stryja**

Studijní program: B2649 Elektrotechnika

Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika

Téma: **Rekonstrukce výkonových jističů pro hlavní průmyslový rozváděč.  
Reconstruction of the main power circuit breakers for industrial distributor**

Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

1. Rozeberte problematiku jistění hlavních průmyslových rozváděčů.
2. Definujte kriteria rekonstrukce stávajícího jističe.
3. Realizujte výběr a podmínky nasazení nového typu jističe.
4. Rozeberte výhody rekonstruovaného rozváděče.

### Seznam doporučené odborné literatury:

Havelka, O.: Elektrické přístroje, Praha, SNTL 1985  
Fencl, F.: Průmyslový elektrický rozvod – příklady, Praha, ČVUT 1988  
Katalog firmy OEZ Letohrad

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdeněk Hytka, CSc.**

Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 07.05.2015

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne .....5.5. 2015

  
.....

Robert Stryja

## Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Zdeňku Hytkovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc při zpracování mé bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Práce popisuje konkrétní realizaci rekonstrukce průmyslového rozváděče s výkonovým jističem. Tento dokument se zabývá funkcí a použitím výkonových jističů, specifikací dříve vyráběných výkonových jističů typu AR a možnými variantami náhrad těchto zastaralých jističů. Dále rozebírá výhody provedené rekonstrukce průmyslového rozváděče s nově instalovaným kompaktním jističem společnosti OEZ řady Modeion BL1600S.

## **Klíčová slova**

Nadproud; tavná pojistka; výkonový jistič; termomagnetická spoušť; elektronická spoušť; AR1633; kompaktní jistič BL1600S

## **Abstract**

The thesis describes the particular realization of the reconstruction of the industrial distributors with the power circuit breaker. This document deals with the function and use of power circuit breakers, the specifications former manufactured power circuit breakers type AR and possible variants of these obsolete circuit breakers replacement. It also analyses the advantages of the reconstruction of the industrial distributor with the newly installed moulded case circuit breaker series Modeion BL1600S by OEZ company.

## **Key words**

Overcurrent; fuse; power circuit breaker; thermomagnetic release; electronic release; AR1633; moulded case circuit breaker BL1600S

## Seznam použitých symbolů a zkratek

<b>Veličina</b>	<b>Fyzikální význam</b>	<b>Jednotka</b>
$I$	Elektrický proud	[A]
$I_c$	Omezený proud	[A]
$I_{cm}$	Jmenovitá zkratová zapínací schopnost	[kA]
$I_{cs}$	Jmenovitá provozní zkratová vypínací schopnost	[kA]
$I_{cu}$	Jmenovitá mezní zkratová vypínací schopnost	[kA]
$I_{cw}$	Jmenovitý krátkodobý výdržný proud	[kA]
$I_i$	Vybavovací proud časově nezávislé zkratové spouště	[kA]
$I'_k$	Počáteční rázový zkratový proud	[kA]
$I_n$	Jmenovitý proud	[A]
$I_p$	Předpokládaný zkratový proud	[kA]
$I_r$	Redukovaný proud	[A]
$I_{sd}$	Vybavovací proud časově nezávislé zpožděné selektivní spouště	[A]
$P$	Elektrický příkon	[VA]
$U$	Elektrické napětí	[V]
$U_{imp}$	Jmenovité impulzní výdržné napětí	[kV]
$i_p$	Nárazový zkratový proud	[kA]
$t_r$	Vypínací čas při uvedeném násobku redukovaného proudu	[s]
$t_{sd}$	Zpoždění časově nezávislé zpožděné spouště	[s]

# Obsah

Úvod .....	1
1 Problematika jištění hlavních průmyslových rozváděčů .....	2
1.1 Význam jištění .....	2
1.2 Druhy ochranných přístrojů .....	2
1.3 Tavné pojistky .....	2
1.3.1 Vypínací charakteristiky .....	3
1.3.2 Omezovací charakteristika .....	4
1.4 Jističe .....	6
1.4.1 Funkce jističe .....	6
1.4.2 Druhy nadproudových spouští .....	6
1.4.3 Termomagnetická spoušť .....	6
1.4.4 Elektronická spoušť .....	7
1.4.5 Podpěťová spoušť .....	10
1.5 Odpojovač .....	11
1.5 Výkonové jističe .....	12
1.5.1 Využití výkonových jističů .....	13
1.5.2 Požadavky kladené na výkonové jističe .....	13
2 Kritéria rekonstrukce stávajícího jističe .....	15
2.1 Popis rekonstruovaného rozváděče s výkonovým jističem .....	15
2.2 Specifikace jističů AR .....	16
2.2.1 Použití jističů AR .....	16
2.2.2 Popis konstrukce a funkce jističe AR .....	16
2.2.3 Specifikace nahrazovaného výkonového jističe AR .....	20
2.2.4 Nastavené hodnoty nadproudových spouští na stávajícím jističi AR-1633-K .....	21
2.3 Požadavky na rekonstrukci rozváděče a nového výkonového jističe .....	21
3 Realizace výběru a instalace nového typu jističe .....	22
3.1 Výběr nového jističe .....	22
3.1.1 Kompaktní jistič MC4N-AE1600 .....	23

3.1.2 Kompaktní jistič NS1600H.....	24
3.1.3 Kompaktní jistič NZMN4-AE1600 .....	25
3.1.4 Kompaktní jistič T7S 1600M.....	26
3.1.5 Kompaktní jistič BL1600S.....	27
3.2 Realizace rekonstrukce rozváděče .....	29
3.2.1 Rekonstrukce silového obvodu .....	29
3.2.2 Rekonstrukce pomocného měřicího obvodu .....	31
3.2.3 Rekonstrukce pomocného ovládacího obvodu .....	31
4 Výhody rekonstruovaného rozváděče .....	33
4.1 Porovnání technických parametrů jističů.....	33
4.2 Porovnání vypínacích charakteristik jističů .....	34
Závěr .....	36

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1 - Ukázky válcových a nožových pojistkových vložek .....	3
Obrázek 1.2 - Tavná ampérsekundová charakteristika gG.....	4
Obrázek 1.3 - Omezovací charakteristika .....	5
Obrázek 1.4 - Vypínací charakteristika základní nadproudové spouště .....	9
Obrázek 1.5 - Vypínací charakteristika nadproudové spouště univerzální .....	9
Obrázek 1.6 - Ukázka elektronické univerzální spouště výkonového jističe BL1600S.....	10
Obrázek 1.7 - Ukázka podpěťové spouště.....	11
Obrázek 1.7 - Ukázka jednopólového odpojovače SEZ.....	11
Obrázek 1.7 - Ukázka kompaktních jističů řady Modeion.....	12
Obrázek 2.1 - Přední a zadní pohled do rozváděče +500V.19 před rekonstrukcí.....	16
Obrázek 2.2 - Boční řez jističem .....	17
Obrázek 3.1 - Kompaktní jistič MC4N-AE1600 .....	23
Obrázek 3.2 - Ukázka kompaktního jističe NS1600H .....	24
Obrázek 3.3 - Ukázka kompaktního jističe NZMN4 .....	25
Obrázek 3.4 - Ukázka kompaktního jističe T7-M .....	26
Obrázek 3.5 - Ukázka kompaktního jističe BL1600S.....	27
Obrázek 3.6 - a) původní spodní přípojnice b) nově zhotovené spodní přípojnice .....	29
Obrázek 3.7 - Zadní pohled na připojení nového jističe BL1600S.....	30
Obrázek 3.8 - Multifunkční měřicí přístroj Sentron ve dveřích rozváděče .....	31
Obrázek 3.9 - Pohled na jistič BL1600S s motorovým pohonem a ovládacím obvodem .....	32
Obrázek 4.1a - Vypínací charakteristika elektronické spouště DTV3 .....	35
Obrázek 4.1b - Vypínací charakteristika nadproudové spouště tepelné.....	35

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Přehled typového označení jističů AR a ARV. [6] .....	20
Tabulka 2 - Nastavené hodnoty nahrazovaného jističe AR1633 .....	21
Tabulka 3 - Porovnání technických parametrů několika typů kompaktních jističů [7, 9, 10, 11, 12] ...	22
Tabulka 4 - Nastavené hodnoty nového jističe BL1600S .....	30
Tabulka 5 - Parametry motorového pohonu MP-BL-X230 .....	32
Tabulka 6 - Porovnání technických parametrů původního a nového jističe [6, 7] .....	34
Tabulka 7 - Porovnání vypínacích časů tepelné a elektronické spouště DTV3.....	35



# Úvod

Výkonové jističe nízkého napětí patří k nepostradatelným součástem elektrického rozvodu a to převážně v průmyslu. Každé elektrické zařízení má svou životnost, a to platí i v případě velkých výkonových jističů.

V současné době nabízí více výrobců takzvané kompaktní jističe, které jsou charakteristické svou variabilitou a velkým příslušenstvím. Kompaktní jističe jsou vyráběny v několika typových velikostech. Jejich jednotlivé části, jako jsou vypínací, podpěťové a elektronické popř. tepelné spouště, motorové a ruční pohony, pomocné kontakty, různé připojovací sady atd. tvoří samostatné kompaktní celky výkonového jističe. Lze si tedy „poskládat“ výkonový jistič dle individuálních požadavků chráněného elektrického zařízení a také potřeb a požadavků zákazníka. Taktéž při určitých technologických změnách v podniku, například u rozšíření nebo změny technologie, není zapotřebí měnit celý výkonový jistič, ale stačí jen vyměnit nadproudovou spoušť jističe za jinou s požadovaným rozsahem nastavitelných parametrů a její vypínací charakteristiky, a to bez nutnosti servisního zásahu výrobce. Všechny části jističe jsou jednoduše zaměnitelné. Další výhodou kompaktních jističů jsou menší rozměry ve srovnání s dříve vyráběnými jističi při stejném jmenovitém proudu. Tato skutečnost pozitivně ovlivňuje možnosti při náhradě staršího výkonového jističe za nový jistič ve stávajícím rozvaděči.

První část dokumentu je věnována všeobecné problematice jištění v průmyslových rozvodech. Další části dokumentu řeší konkrétní případ rekonstrukce průmyslového rozváděče se zastaralým jističem typu AR 1633, který se u nás často vyskytuje. Dokument obsahuje samotnou realizaci, včetně dalších možných variant provedení.

# 1 Problematika jištění hlavních průmyslových rozváděčů

## 1.1 Význam jištění

Veškeré elektrické zařízení, jakožto samotné rozvody a zařízení na ně pevně připojené, je zapotřebí chránit před poškozením způsobeným poruchovými stavy elektrické sítě. Poruchovými stavy sítě rozumíme jakékoli nadproudy způsobené samotným přetížením spotřebičů nebo zkratem v síti a také podpětím sítě. Nadproudem rozumíme jakýkoliv proud, který je větší než proud jmenovitý.

Technická norma ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 nám ukládá povinnost umístění ochranných přístrojů v elektrických rozvodech. Citují: „*Ochranné přístroje musí být instalovány, aby odpojily jakýkoliv nadproud ve vodičích obvodu předtím, než by takový proud mohl být nebezpečný v důsledku tepelných a mechanických účinků na izolaci, spoje, zakončení nebo hmoty obklopující vodiče*“.

Jištění elektrických zařízení je také v neposlední řadě ekonomickým úkolem. Umožňuje navrhování elektrické sítě vylučující zbytečné a tedy ekonomicky nákladné předimenzování instalovaného elektrického zařízení. [1, 5]

## 1.2 Druhy ochranných přístrojů

Přístroj zajišťující ochranu před nadproudy nesmí mít jmenovitou vypínací schopnost menší než předpokládaný zkratový proud v místě instalování přístroje. Dle již zmíněné technické normy ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 citují: „*musí přístroj zajišťující ochranu jak před proudy přetížení, tak před zkratovými proudy být schopený přerušit a, pokud se týká jističů, i zapnout jakýkoliv nadproud až do velikosti předpokládaného zkratového proudu v místě, kde je přístroj instalován, včetně*“. [5]

Dle této normy za ochranné přístroje můžeme považovat následující možnosti:

- Jističe se spouští proti přetížení i se zkratovou spouští
- Jističe ve spojení s pojistkami
- Pojistky s pojistkovými vložkami s charakteristikou gG

## 1.3 Tavné pojistky

Pojistka svou podstatou představuje nejslabší místo v elektrickém obvodu. Z hlediska konstrukce je pojistka složená z tavného vodiče, umístěného v nehořlavém materiálu (hasivu), s úmyslně zmenšeným průřezem. Vlivem tepelného účinku nadproudu se tavný vodič přetaví, čímž vznikne elektrický oblouk, který následně zaniká spolupůsobením vysokého tlaku, jenž sám vyvolá. Tímto procesem dojde k přerušení elektrického obvodu. Pojistka tedy působí jednorázově. Takže samotné rozpojení obvodu spočívá v přetavení vodiče.

Podle konstrukce dělíme pojistky na válcové a nožové. Pojistky válcové jsou vyráběny až do velikosti jmenovitého proudu 125 Ampér a vyznačují se malými rozměry. Nožové pojistky se vyrábějí až do velikosti jmenovitých proudů kolem 1600 Ampér. [2, 8]



Obrázek 1.1 - Ukázky válcových a nožových pojistkových vložek

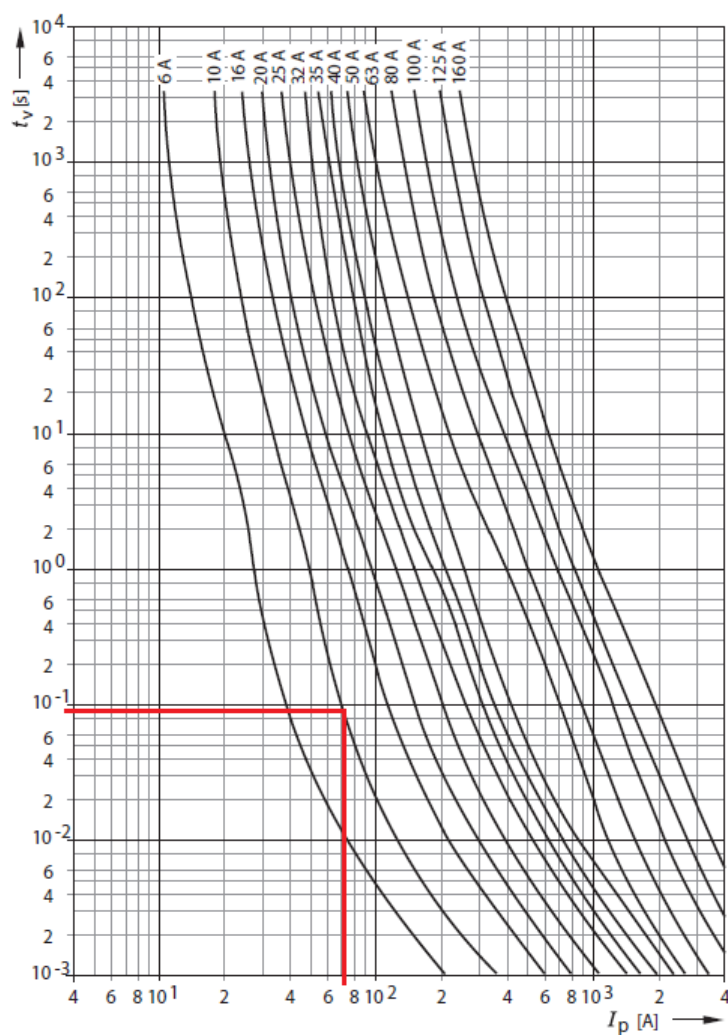
### 1.3.1 Vypínací charakteristiky

Podle doby přetavení pojistky rozeznáváme několik charakteristik pojistek:

- Charakteristika gG pro jištění před přetížením a zkratem
- Charakteristika aM pro jištění pouze před zkratem (motorová)
- Charakteristika gR pro jištění polovodičových prvků před přetížením a zkratem
- Charakteristika aR pro jištění polovodičových prvků pouze před zkratem

Jak už bylo uvedeno v článku 1.2 při použití pojistek k ochraně před přetížením a současně před zkratovými proudy lze podle normy použít pouze pojistky s vypínací charakteristikou gG. Charakteristika gG je určena pro jištění vedení, kabelů a dalších zařízení před přetížením a zkratem. O nevhodnosti použití této pojistky k jištění elektromotorů nám ukáže následující příklad.

Mějme třífázový asynchronní motor s kotvou nakrátko se jmenovitým proudem 10 Ampér. Jestliže budeme tento motor spouštět přímo ze sítě, je zapotřebí pro jeho rozběh tzv. záběrný proud. Záběrné proudy elektromotoru dosahují přibližně až sedminásobku jmenovitého proudu motoru. Samotná doba rozběhu je závislá na velikosti motoru a na jeho zatížení při rozběhu. V našem případě se hodnota může pohybovat kolem 70 Ampér. Na níže uvedeném *obrázku 1.2* je znázorněn graf tavné ampérsekundové charakteristiky. Lze vidět, že při rozběhovém proudu o velikosti 70 Ampér dojde k přetavení pojistky v čase menším než 0,1 sekundy, což přeruší samotný rozběh motoru hned na samém začátku. Z grafu je také zřejmé, že velké nadproudy způsobí velmi rychle přetavení pojistky, zatímco u malých nadproudů způsobených přetížením je doba tavení pojistky dlouhá. V oblasti malých nadproudů se každá malá změna velikosti proudu projeví velkou změnou v čase tavení pojistky. Na druhé straně v oblasti velkých nadproudů (zkratových proudů) je doba tavení pojistky velmi rychlá. Z toho lze vyvodit vhodnost použití pojistek především k jištění elektrického zařízení před zkratovými proudy. [1, 2, 8]



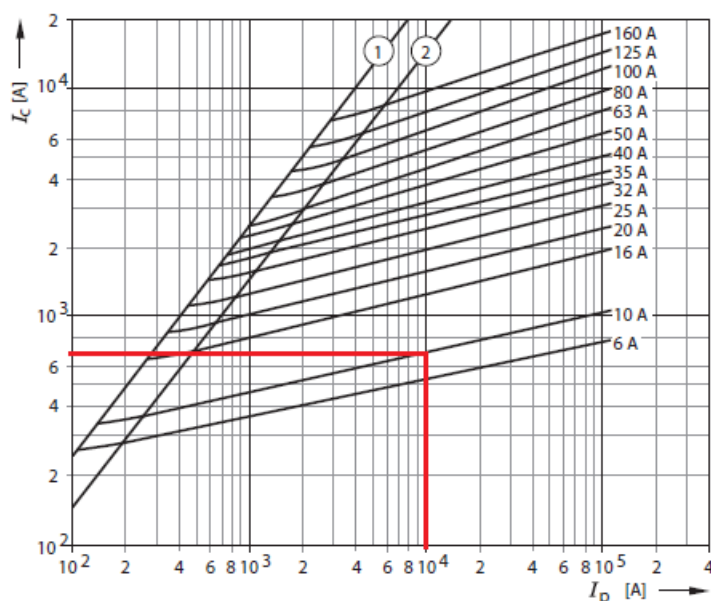
Obrázek 1.2 - Tavná ampérsekundová charakteristika gG

### 1.3.2 Omezovací charakteristika

Jedna z nejdůležitějších výhod pojistky je její omezovací schopnost. Během vypínání dostatečně velkých zkratových proudů způsobí přerušení elektrického obvodu dříve, než zkratový proud dosáhne svého maxima. Tato skutečnost je zapříčiněná velmi krátkými vypínacími časy v oblasti velkých nadproudů. Tímto pojistková vložka ochrání jistěné elektrické zařízení před dynamickými a tepelnými účinky plného zkratového proudu, který by jinak obvodem protékal. Velikost omezení zkratového proudu nám udávají omezovací charakteristiky. Omezovací charakteristika pojistky nám udává vztah mezi předpokládanou hodnotou zkratového proudu  $I_p$  a omezenou hodnotou proudu danou pojistkou  $I_c$ .

Předpokládaný zkratový proud  $I_p$  je efektivní hodnota proudu, který by protékal v daném elektrickém obvodu, jestliže bychom jeho předřazenou pojistku nahradili spojem o zanedbatelné impedanci.

Omezený proud  $I_c$  je maximální špičková hodnota proudu, která se v daném elektrickém obvodu může objevit za pojistkou při nejnepříznivějších podmínkách během vzniku zkratového proudu.



Obrázek 1.3 - Omezovací charakteristika

Přímky 1 a 2 jsou informativní čáry a v případě, že by zvolený předpokládaný proud  $I_p$  neprotnul omezovací čáru dané pojistky dříve než přímku 2 respektive 1, omezovací schopnost pojistky se neprojeví.

Přímka 1 udává maximální hodnotu zkratového proudu v první půlvlně při plné nesymetrii

Přímka 2 udává maximální hodnotu zkratového proudu v první půlvlně při symetrickém zkratu

Na *Obrázku 1.3* je znázorněn příklad omezovací schopnosti nožové pojistkové vložky o jmenovitém proudu 10 Ampér s charakteristikou gG. Při zvoleném předpokládaném proudu  $I_p$  o velikosti 10 kA, by maximální hodnota omezeného proudu  $I_c$  byla přibližně 700 A s efektivní hodnotou 495 Ampér. Navíc musíme vzít v úvahu, že jak dynamické, tak tepelné účinky zkratových proudů jsou závislé na druhé mocnině tohoto proudu. Omezovací schopnost pojistek nám tedy umožňuje projektovat elektrické obvody podstatně ekonomičtěji. [1, 8]

## 1.4 Jističe

Jističe jsou samočinné nadproudové vypínače, určené ke spínání a jištění elektrických obvodů nízkého napětí. Lze tedy říci, že spojují do jednoho celku funkci pojistky a spínače. Na rozdíl od pojistek nepůsobí jednorázově, ale musí být schopny nového zapnutí.

### 1.4.1 Funkce jističe

Princip vypnutí jističe je následující: Zapnutím jističe dojde k natažení pružiny, která tlačí pohyblivé kontakty jističe do vypnuté polohy. Aby nedošlo k okamžitému vypnutí jističe je zapnutá poloha zajištěna zámkem. Jestliže v jištěném obvodu dojde k poruchovému stavu, při němž je požadováno vypnutí jističe, uvolní se působením vypínací spouště zámek a jistič působením pružiny okamžitě přeruší daný obvod. Zámek lze také vybavit ručně (tlačítkem) nebo pomocí elektromagnetické spouště při požadavku vypnutí jističe během normálního provozu. Jističe s malými jmenovitými hodnotami proudu mají zámkové řešení jako západky nebo prolomené páky. U jističů s velkými hodnotami proudu, kde je požadavek malou silou uvolnit zámek mohutných vypínacích pružin, je zámek složen ze soustavy několika vzájemně spojených zámků, které nazýváme volnoběžky. [1]

### 1.4.2 Druhy nadproudových spouští

Jak již bylo uvedeno, vypínací spoušť je součástí jističe, která mechanicky působí přímo na zámek nebo u větších jističů na volnoběžku. Nadproudová spoušť monitoruje velikost procházejícího proudu jističem a tím zajišťuje ochranu před přetížením a zkratovými proudy v síti. V současné době rozeznáváme dva základní typy nadproudových spouští a to termomagnetickou a elektronickou. Jističe o velikosti jmenovitého proudu do 125 Ampér spadající do řady tzv. modulárních přístrojů, jsou vybaveny termomagnetickou nadproudovou spouští. U výkonových jističů, s výjimkou malých kompaktních jističů (do velikosti přibližně 200A) a jističů určených do stejnosměrných obvodů, se nyní používá téměř vždy elektronická spoušť.

Nadproudové spouště dále dělíme na časově závislé spouště (tepelné), které zajišťují ochranu před přetížením, a časově nezávislé spouště okamžité, které zajišťují ochranu před účinky zkratových proudů. [1, 7]

### 1.4.3 Termomagnetická spoušť

K výhodám této spouště patří jednoduchost a nízké náklady na výrobu. Nevýhodou je malý rozsah nastavení jmenovitého proudu, proto se používá hlavně u menších jističů. Termomagnetická nadproudová spoušť je složená ze dvou spouští a to tepelné spouště a elektromagnetické. Termomagnetická spoušť se také vyrábí z důvodu možného použití ve stejnosměrných obvodech.

#### 1.4.3.1 Tepelná spoušť

Tepelná spoušť je sestavena z bimetalu, což jsou dva kovové pásky, které mají různý součinitel délkové roztažnosti a jsou mechanicky pevně spojené. Při nadproudech se bimetal postupně zahřívá, a tím dochází k jeho vychylování. Jakmile dosáhne bimetal určité teploty (výchylky), dojde k vybavení spouště a jistič vypne. Takže doba, za kterou se uskuteční samotné vypnutí jističe tepelnou spouští, závisí na velikosti nadproudu a době jeho trvání. Je tedy zřejmé, že malé nadproudy potřebují delší čas k vybavení spouště, zatímco větší nadproudy potřebují k vybavení úměrně kratší dobu. Další vhodnou vlastností tepelné spouště je, že při prvním nadproudu je doba potřebná k vypnutí jističe delší, než při opakovaném výskytu nadproudu. Tento jev způsobuje vyšší počáteční teplota bimetalu než v prvním případě, kdy se bimetal ohřívá ze studeného stavu. Ideální a tím i nejehospodárnější stav by nastal, kdyby oteplovací křivka tepelné spouště měla shodný průběh s oteplovací křivkou chráněného elektrického zařízení. V praxi však musí tepelná spoušť zareagovat dříve, než by došlo vlivem zvýšené teploty k poškození chráněného zařízení. Nevýhodou této spouště je její závislost na teplotě okolí, a proto je v některých případech vybavena kompenzací. Z uvedených vlastností tepelných spouští vyplývá, že jsou vhodné k jištění elektrických zařízení před přetížením. Důležitým aspektem tepelných spouští je jejich zkratová odolnost. Největší hodnota zkratového proudu, který jimi může procházet, nesmí způsobit trvalou deformaci bimetalu. [1]

#### 1.4.3.2 Elektromagnetická spoušť

Elektromagnetická spoušť je tvořena elektromagnetem s pohyblivou kotvou. Při dosažení určité velikosti nadproudu elektromagnet přitáhne kotvu, která způsobí vybavení zámku (volnoběžky) a následné vypnutí jističe. Elektromagnetická spoušť vybavuje od určité nastavené hodnoty a samotná doba vypnutí je téměř konstantní. Je tedy časově nezávislá a používá se k jištění elektrického zařízení před účinky zkratových proudů. [1]

#### 1.4.4 Elektronická spoušť

V současné době nadproudová elektronická spoušť patří k neodmyslitelným součástem všech větších výkonových jističů používaných v rozvodech střídavého napětí. Elektronická spoušť pracuje jako sekundární spoušť, tzn. že jí neprochází plný proud sítě. K monitorování procházejícího proudu výkonovým jističem a zároveň k napájení elektronické spouště se používají proudové transformátory, které jsou umístěny ve všech pólech jističe. Jejich primární vinutí je tvořeno nejčastěji jedním závitem kolem silového vodiče a sekundární vinutí je cívka s více závity. Elektronická spoušť pracuje jiným způsobem jak termomagnetická spoušť. Je složená z převodníku, který digitalizuje výstupní signál z proudových transformátorů, mikroprocesoru a dalších elektronických součástek. Činnost spouště řídí mikroprocesor, který zpracovává diskretní signál, přepočítává jej na efektivní hodnotu a vyhodnocuje podle naprogramovaného algoritmu. Samotné vypínání elektronické spouště je uskutečněno pomocí speciálního elektromagnetu. Elektronické spouště jsou tvořeny jedním samostatným výměnným celkem. [7]

#### 1.4.4.1 Výhody a nevýhody elektronických spouští

Mezi výhody současných elektronických spouští patří:

- Nejsou závislé na tvaru proudu v silovém obvodu. Jsou proto vhodné k jištění tam, kde dochází ke zkreslení sinusového průběhu proudu vlivem vyšších harmonických složek (řízené usměrňovače, měniče, kompenzátory účinníku, impulzní zátěže).
- Vypínací charakteristika těchto spouští je zcela nezávislá na teplotě okolí, umožňuje však simulaci teplého stavu spouště, tzv. tepelná paměť.
- Velký rozsah nastavení jmenovitého proudu elektronických spouští (obvykle  $0,4 \div 1 I_n$ ).
- Možnost si speciálně namodelovat vypínací charakteristiku podle potřeb chráněného zařízení a požadavků zákazníka.
- Elektronické ochrany mohou být vybaveny funkcí zapisovače dat, který automaticky ukládá okamžité hodnoty všech proudů a napětí do paměti. Data je pak možno jednoduchým způsobem stáhnout. Je možné také provádět například detailní analýzu příčiny vypnutí spouště.

K nevýhodám elektronických spouští patří jejich všeobecně vyšší cena v porovnání s termomagnetickými a použitelnost jističe s elektronickou nadproudovou spouští pouze ve střídavých elektrických sítích. [7, 9]

#### 1.4.4.2 Druhy charakteristik elektronických spouští

Elektronické spouště dělíme podle toho, k čemu jsou předně určeny. Většina výrobců uvádí tři základní druhy elektronických spouští určené pro:

- ***Jištění vedení (distribuční)***

Umožňuje: - nastavení redukováného proudu  $I_r$  v rozmezí  $0,4 \div 1$  jmenovitého proudu  $I_n$   
- nastavení hodnoty zkratové spouště  $I_i$   
- vypnutí tepelné paměti

- ***Jištění motorů***

Umožňuje: - nastavení redukováného proudu  $I_r$  v rozmezí  $0,4 \div 1$  jmenovitého proudu  $I_n$   
- nastavení hodnoty zkratové spouště  $I_i$   
- nastavení časového zpoždění tepelné spouště  $t_r$  při  $7,2 \times I_r$   
- vypnutí tepelné paměti

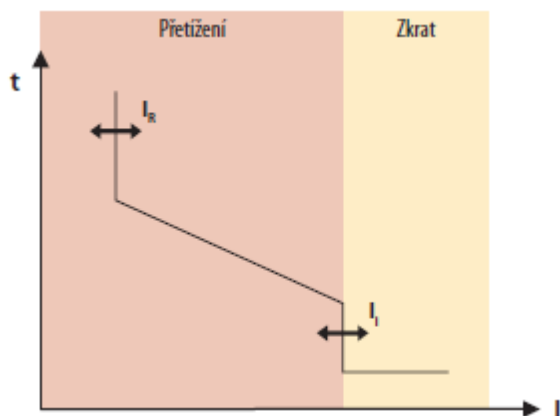
- ***Univerzální s možností nastavení selektivity jištění***

Kromě možností, které poskytuje elektronická spoušť určená pro motory, umožňuje navíc:

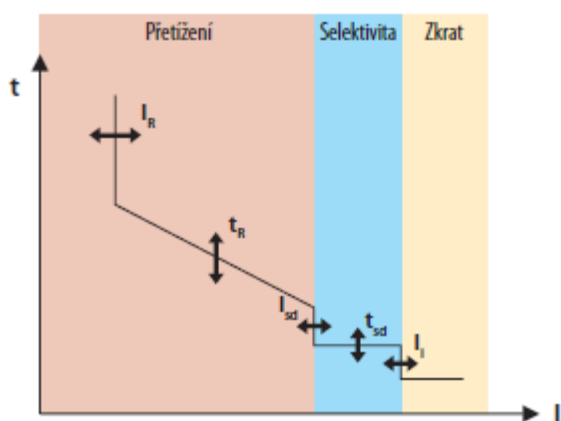
- nastavení hodnoty selektivní spouště  $I_{sd}$
- nastavení časového zpoždění selektivní spouště  $t_{sd}$



**Selektivitou jištění** nazýváme časovou návaznost jednotlivých jisticích přístrojů v dané elektrické síti. Při správném nastavení selektivity jištění dojde nejdříve k vybavení nejbližšího předřazeného jisticího přístroje, vznikne-li poruchový stav sítě (nadproud). Selektivita jištění mezi jednotlivými jisticími přístroji je dána jejich vypínacími charakteristikami.



Obrázek 1.4 - Vypínací charakteristika základní nadproudové spouště



Obrázek 1.5 - Vypínací charakteristika nadproudové spouště univerzální

Jmenovitý proud  $I_n$  je to maximální hodnota proudu přiřazená jističi, kterou může vést nepřetržitě.

Redukovaný proud  $I_r$  je nastavená redukovaná hodnota jmenovitého proudu  $I_n$  regulovatelné časově závislé spouště. Maximální možná hodnota nastavení se rovná proudu  $I_n$ .

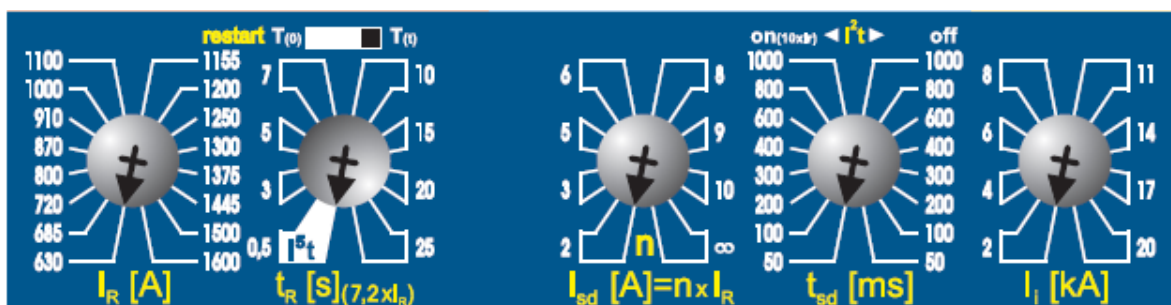
Vybavovací proud časově nezávislé zkratové spouště  $I_I$  je minimální hodnota proudu, při které působí časově nezávislá okamžitá spoušť.

Vypínací čas při uvedeném násobku redukovaného proudu  $t_r$  je čas, za který jistič vypne, prochází-li jím proud o velikosti daného násobku proudu  $I_r$ .

Vybavovací proud časově nezávislé zpožděné selektivní spouště  $I_{sd}$  je minimální hodnota proudu, při které působí časově nezávislá zpožděná spoušť.

Zpoždění časově nezávislé zpožděné spouště  $t_{sd}$  je časové zpoždění vypnutí jističe, jestliže jím prochází proud o velikosti alespoň  $I_{sd}$ , který nedosahuje hodnoty  $I_l$ .

Na níže uvedeném *Obrázku 1.6* jsou zobrazeny možnosti nastavení elektronické univerzální spouště. Jednotlivé otočné prepínače jsou vždy zaaretované ve zvolené pozici. Přepnutím prepínače do pozice „ $T_{(0)}$ “ vypneme již zmíněnou tepelnou paměť. Tuto možnost však výrobce v běžném režimu nedoporučuje. [1, 7]

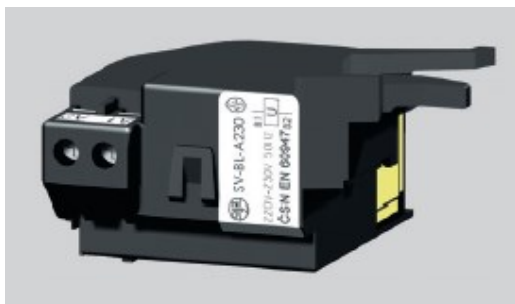


Obrázek 1.6 - Ukázka elektronické univerzální spouště výkonového jističe BL1600S

#### 1.4.5 Podpěťová spoušť

Výkonové jističe lze vybavit, vyžadují-li to okolnosti nebo podle požadavků zákazníka, podpěťovou spouští. U této spouště je na rozdíl od nadproudových spouští monitorovanou veličinou elektrické napětí sítě. Jakmile poklesne napětí sítě pod určitou mez, dojde k vybavení podpěťové spouště a tím k okamžitému nebo zpožděnému vypnutí jističe dle nastavených požadavků. Při určité hladině napětí sítě nelze jistič vybaven touto spouští ani zapnout. Jistič s podpěťovou spouští lze zapnout při napětí rovném nebo větším než je 85% jmenovitého napětí. Jistič vybaven touto spouští musí vypnout nejpozději při 35% jmenovitého napětí.

Konstrukčně je podpěťová spoušť obdobná elektromagnetické spoušti, avšak s negovanou funkcí. Při poklesu napětí dojde ke snížení proudu ve vinutí elektromagnetu a tím ke zmenšení jeho síly působící na kotvu. Následkem toho dojde k odpadnutí kotvy, která způsobí vybavení zámku (volnoběžky), a tím vypnutí jističe. [1, 7]

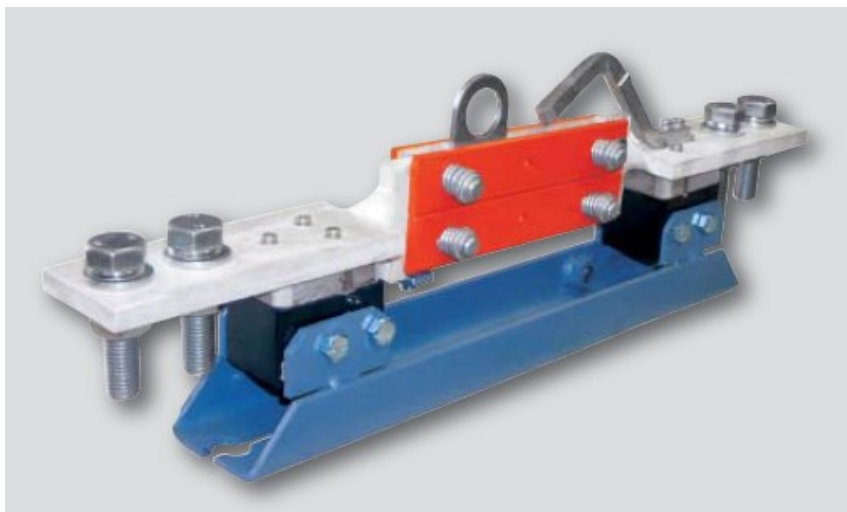


*Obrázek 1.7 - Ukázka podpěťové spouště*

## 1.5 Odpojovač

Odpojovač je přístroj, který mechanicky spojuje a rozpojuje nezatížený elektrický obvod s viditelnou rozpojovací dráhou. Odpojovače používáme k viditelnému odpojování částí vedení, sítí, strojů a zařízení za účelem revize, opravy nebo změny řazení.

Odpojovače sice nepatří do elektrických přístrojů, které jsou určeny k jištění elektrického zařízení, ale používají se ke zvýšení bezpečnosti a přehlednosti pracovníků konajících obsluhu a opravy na elektrickém zařízení. V poslední době jsou často nahrazované výkonovými jističi ve výsuvném provedení. Výhodou tohoto provedení je nejen možné využití prostoru, který by jinak zabral odpojovač, ale i zvýšení bezpečnosti obsluhy. Při pokusu obsluhy rozpojit odpojovač pod zatížením vzniká elektrický oblouk, který má vždy neblahé účinky na zdraví člověka. U výkonového jističe ve výsuvném provedení je tato možnost vyloučena, neboť jistič se automaticky sám vypne při snaze o jeho vysunutí. [2, 7]



*Obrázek 1.7 - Ukázka jednopólového odpojovače SEZ*

## 1.5 Výkonové jističe

Název výkonový jistič používáme pro jističe nízkého napětí určené k jištění elektrického zařízení většího výkonu. Do kategorie výkonových jističů patří kompaktní jističe se jmenovitou hodnotou proudu většinou do 1600 Ampér a tzv. vzduchové jističe se jmenovitým proudem až 6300 Ampér. Uvedené hodnoty jmenovitých proudů platí pro jističe ve střídavých sítích.



Obrázek 1.7 - Ukázka kompaktních jističů řady Modeion

Současné výkonové jističe spojují v jediný celek funkce hned několik samostatných přístrojů, jako jsou spínače, jističe a odpojovače. Výhodou tohoto spojení je úspora v oblasti finanční, ale také úspora prostoru při umísťování jednotlivých přístrojů do rozváděče. Jističe jsou všeobecně vhodné jen k méně častému spínání elektrických obvodů. V případě výkonových jističů se časté spínání nepožaduje. Výkonové jističe jsou nyní uzpůsobeny k tomu, aby splňovaly dnešní požadavky v průmyslové automatizaci (dálkové zapínání a vypínání jističe, signalizace stavu jističe, atd.). Jsou proto vybaveny velkým rozsahem příslušenství jako jsou pomocné spínače, pomocné spouště a motorové pohony. Současné výkonové jističe umožňují automatické ovládání například při přepínání dvou zdrojů do jedné zátěže s vyloučením paralelního chodu zdrojů. Je také pamatováno na bezpečnost obsluhy ve formě možnosti vyřazení automatického režimu jističe nebo možnosti uzamykání jističe ve vypnuté poloze atd. Další výhody a možnosti výkonových jističů plynou z použití elektronických spouští uvedených v článku 1.4.4.1 Výhody a nevýhody elektronických spouští. [4]

### 1.5.1 Využití výkonových jističů

Výkonové jističe v praxi využíváme nejčastěji v těchto oblastech:

- ***Hlavní jištění v průmyslových rozvodech***

Výkonový jistič se zde používá jako hlavní vypínač a jistič zároveň. Jistič ve výsuvném provedení se může také využívat jako odpojovač. Výsuvné provedení je také určeno do náročných provozů, kde je zapotřebí rychlé výměny jističe v případě poruchy. Při použití jističe s určitou elektronickou spouští lze také snadno zajistit selektivní jištění.

- ***Jištění elektrických strojů a zařízení velkých výkonů***

Zde se nejčastěji uplatňují výkonové jističe ve výsuvném provedení s elektronickou spouští s motorovou charakteristikou, která umožňuje větší počet nastavitelných parametrů dle požadavku jištěného stroje. Využívá se také podpěťové spouště pro nouzové zastavení elektrického stroje.

- ***Jištění obvodů s velkými zkratovými proudy***

Současné výkonové jističe se vyrábějí na jmenovitý proud až 6300 Ampér a jejich mezní vypínací schopnost dosahuje hodnoty až 150kA.

- ***Jištění s požadavkem přesného nastavení vypínací charakteristiky***

Jak již bylo uvedené, výkonové jističe s elektronickou nadproudovou spouští s velkým počtem nastavitelných parametrů umožňují jištění složitých nebo předem nespecifikovaných zátěží. [3]

### 1.5.2 Požadavky kladené na výkonové jističe

Jedním z nejdůležitějších požadavků na výkonové jističe je jejich vypínací schopnost. Výrobci jističů proto musejí uvádět následující parametry:

Jmenovitá mezní zkratová vypínací schopnost  $I_{cu}$  je efektivní hodnota střídavé složky předpokládaného zkratového proudu, kterou jistič musí být schopen zvládnout vypnout a znovu zapnout do zkratu s následným vypnutím. Jistič po této zkoušce nemusí být schopen vést nepřetržitě jmenovitý proud.  $I_{cu}$  je stanovena pro jmenovité pracovní napětí a kmitočet. Musí platit:  $I_{cu} \geq I_k''$

Jmenovitá provozní zkratová vypínací schopnost  $I_{cs}$  je efektivní hodnota střídavé složky předpokládaného zkratového proudu, kterou jistič musí být schopen zvládnout vypnout a znovu dvakrát zapnout do zkratu s následným vypnutím. Jistič po této zkoušce musí být schopen vést nepřetržitě jmenovitý proud a vypínat nadproudy.  $I_{cs}$  je stanovena pro jmenovité pracovní napětí a kmitočet. Může platit:  $I_{cs} \geq I_k''$ . Hodnota  $I_{cs}$  může být vyjádřena v %  $I_{cu}$

Jmenovitý krátkodobý výdržný proud  $I_{cw}$  je efektivní hodnota střídavé složky předpokládaného zkratového proudu přiřazená výrobcem, kterou je jistič schopen přenášet bez poškození po určenou dobu (nejčastěji po dobu jedné sekundy).

Jmenovitá zkratová zapínací schopnost  $I_{cm}$  je hodnota přiřazená výrobcem pro jmenovité pracovní napětí a kmitočet. Vyjadřuje se jako maximální předpokládaný vrcholový proud. Musí platit:  $I_{cm} \geq i_p$

Jmenovité impulzní výdržné napětí  $U_{imp}$  je vrcholová hodnota napěťového impulzu daného tvaru a polarity, kterou je přístroj schopen vydržet bez poruchy za stanovených podmínek.  $U_{imp}$  musí být větší nebo rovno hodnotě stanovené pro přechodné přepětí v místě obvodu, kde je přístroj použit.

***Objasnění uvedených pojmů:***

Předpokládaný zkratový proud  $I_p$  je efektivní hodnota proudu, který by protékal v daném elektrickém obvodu, jestliže bychom jeho předřazenou pojistku nahradili spojem o zanedbatelné impedanci.

Počáteční rázový zkratový proud  $I_k''$  je efektivní hodnota zkratového proudu v okamžiku jeho vzniku v daném místě elektrického obvodu.

Nárazový zkratový proud  $i_p$  je maximální možná okamžitá hodnota předpokládaného zkratového proudu (největší vrcholová hodnota zkratového proudu). [7]

## **2 Kritéria rekonstrukce stávajícího jističe**

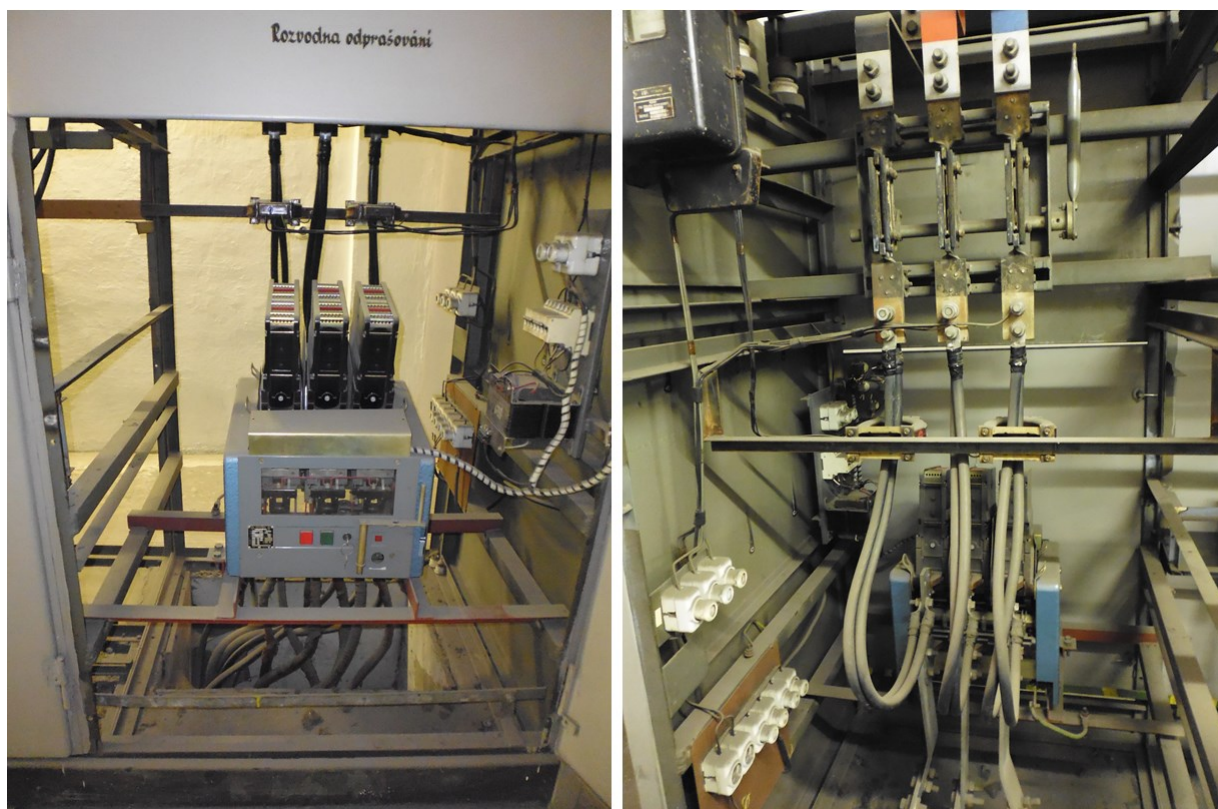
### **2.1 Popis rekonstruovaného rozváděče s výkonovým jističem**

Níže uvedená náhrada výkonového jističe byla provedena v prostorách hlavní rozvodny firmy Refrasil s.r.o. na území Třineckých železáren. Výkonový jistič byl umístěn v rozváděči +500V v poli č. 19 a zajišťoval hlavní napájení pro rozvodnu odprášení. Firma Refrasil patří mezi nejvýznamnější výrobce žárovzdorných materiálů v České Republice. Kromě výroby zajišťuje odborný technický servis související s aplikací žárovzdorných materiálů a poskytuje komplexní žárotechnické služby při zabudování svých materiálů u odběratelů.

Stávající výkonový jistič typu AR1633 K byl vyroben v roce 1991 firmou OEZ ZSE PRAHA dle tehdy platné normy ČSN 354172. Jedná se o jistič typové řady AR 1633 s nadproudovou střídavou tepelnou spouští, který je v současné době již morálně zastaralý. Hlavním důvodem jeho nutné náhrady ve stávajícím silovém obvodu bylo jeho opotřebení, nespolehlivost a komplikace spojené s natažením automatického střádače, který zajišťuje mžikové zapnutí silových kontaktů jističe.

Silové přívodní (horní) svorky jističe AR byly pomocí dvou paralelních měděných slaněných kabelů o průřezu  $2 \times 150\text{mm}^2$  napojeny na dolní vývod ručně ovládaného odpojovače SEZ Krompachy s hodnotou jmenovitého proudu 1600A. Tento odpojovač byl pomocí hliníkové sběrnice o rozměrech  $63 \times 10\text{ mm}$  připojen na hlavní sběrníkový systém rozváděče +500V. Na spodní silové svorky jističe AR1633 byly upevněny hliníkové sběrnice o rozměrech  $63 \times 10\text{ mm}$ , na kterých byly napojeny čtyři kabely typu AYKY-J  $3 \times 240\text{mm}^2$  napájející již zmíněnou rozvodnu odprášení. Rekonstruovaný rozváděč +500V pole č. 19 byl dále vybaven měřením spotřeby elektrické energie (elektroměrem) pro vlastní potřebu. Byly měřeny dva vnější silové póly jističe AR1633 pomocí dvou měřících transformátorů proudů s převodem 800/5A. Jistič AR1633 byl ovládaný ze dveří rozváděče, kde byla také umístěna vizuální signalizace stavu hlavních kontaktů jističe a měřicí přístroj elektrického proudu (ampérmetr).





*Obrázek 2.1 - Přední a zadní pohled do rozváděče +500V.19 před rekonstrukcí*

## 2.2 Specifikace jističů AR

### 2.2.1 Použití jističů AR

Jističe AR, ARV jsou určeny k jistění elektrických obvodů nízkého napětí a zařízení do 660V AC, 750V DC proti nadproudovému přetížení, zkratům, případně i poklesu napětí pro střídavý i stejnosměrný proud. Vypínače VAR, VARV jsou určeny k méně častému spínání elektrických obvodů. Jističe i vypínače se vyrábějí v třípólovém provedení a to buď jako pevné (AR, VAR) nebo výsuvné (ARV, VARV). [6]

### 2.2.2 Popis konstrukce a funkce jističe AR

Řada jističů AR se vyráběla ve třech typových velikostech AR 10, AR 16, AR 25 podle svých nejvyšších jmenovitých proudů 1000A, 1600A a 2500A. Všechny jističe jsou vybaveny následujícím příslušenstvím:

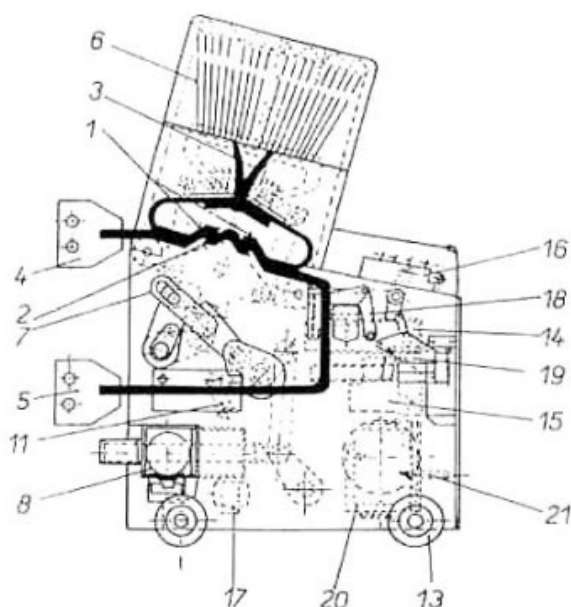
- nadproudová spoušť klasická nebo elektronická
- elektromotorový pohon



- zapínací spoušť
- vypínací spoušť
- pomocné kontakty
- zámek na uzamčení zapínacího tlačítka

Jističe mohly být vybaveny ještě následujícími doplňky dle objednávky:

- druhá vypínací spoušť
- spoušť na podpětí
- zpoždění zkratové spouště
- návěštní spínač



Obrázek 2.2 - Boční řez jističem

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1 – pevný hlavní kontakt     | 14 – nadproudová spoušť zkratová       |
| 2 – pohyblivý hlavní kontakt | 15 – nadproudová spoušť tepelná        |
| 3 – opalovací kontakty       | 16 – pomocné kontakty                  |
| 4,5 – připojovací praporce   | 17 – zapínací spoušť                   |
| 6 – zhášecí deionové komory  | 18 – vypínací spoušť                   |
| 7 – volnoběžka               | 19 – podpětťová spoušť                 |
| 8 – střádač                  | 20 – motorový pohon                    |
| 11 – vybavovací hřídelka     | 21 – hřídel na ruční natahování pohonu |
| 13 – nosné kladky            |  |

Zapínání a vypínání jističe AR je mžikové. Zapínání jističe zajišťuje pružinový střadač prostřednictvím pákového převodu a volnoběžky. Jistič se zapíná ručně, tj. místně zapínacím tlačítkem zelené barvy umístěným na čelním krytu jističe, nebo dálkově pomocí zapínací spouště jističe. Jistič můžeme vypnout opět ručně, tj. místně vypínacím tlačítkem červené barvy umístěným na čelním krytu jističe, nebo dálkově pomocí vypínací nebo podpěťové spouště. Jistič je vypínán automaticky pomocí nadproudových spouští.

### ***Elektromotorový pohon***

Elektromotorový pohon napíná automaticky střadač, který zajišťuje mžikové zapnutí kontaktů jističe. Elektromotor pohonu je uváděn automaticky v činnost ihned po každém vypnutí jističe. Natažení střadače jističe trvá přibližně 13 až 16 s. Během samotného natahování je zapínací tlačítko mechanicky blokováno a zapínací spoušť je blokována elektricky. Elektromotorový pohon pracuje v rozmezí od 85 % do 110 % jmenovitého napětí pohonu.

### ***Ruční pohon***

V případě potřeby lze použít ruční pohon, který se ovládá ruční klikou upevněnou na čelním krytu jističe.

### ***Zámek pro uzamčení zapínacího tlačítka***

Jističe AR jsou vybaveny zámkem pro uzamčení zapínacího tlačítka jističe ve vypnuté poloze. Uzamčením je znemožněno ručně (zeleným tlačítkem) zapnout jistič. Uzamčení se však neuplatňuje při dálkovém zapnutí (zapínací spouští).

### ***Pomocné kontakty***

Jističe AR jsou vybaveny pomocnými spínači, které signalizují stav jističe zapnuto – vypnuto. Na každém jističi jsou čtyři spínače. Protože některé kontakty pomocných spínačů využívá jistič pro vlastní potřebu, je možno využít pouze 4 pro zapínání a 4 pro vypínání. Pomocné obvody jednotlivých kontaktů jsou vyvedeny na svorkovnici. V případě jističe ve výsuvném provedení jsou všechny pomocné obvody vyvedeny na vícepólový konektor.

### ***Zapínací spoušť***

Zapínací spoušť se používá k dálkovému zapínání jističe. Zapínací spoušť musí být vždy na stejné ovládací napětí jako elektromotorový pohon jističe. Je-li jistič vybaven návěštním spínačem, je zapínací spoušť zapojena přes vypínací kontakt tohoto spínače. Tím je provedeno blokování proti dálkovému nežádoucímu znovuzapnutí jističe.

### ***Vypínací spoušť***

Vypínací spoušť je zapojena do obvodu spínacího kontaktu nadproudové spouště závisle zpožděné a vypíná jistič při zapůsobení této spouště. Používá se k dálkovému vypínání jističe. Spoušť je na střídavé i stejnosměrné napětí a vypíná v rozmezí 70 až 120 % jmenovitého napětí spouště. V případě

vybavení jističe dvěma vypínacími spouštěmi byla jejich funkce následující: První spoušť se používá k dálkovému vypínání jističe a druhá je zapojena do obvodu spínacího kontaktu nadproudové zpožděné spouště a mechanicky ovládá i návěštní spínač.

### ***Spoušť podpětí***

Tato spoušť vypíná jistič při poklesu napětí. Cívka spouště musí být trvale připojena na napětí, jinak nelze jistič zapnout. Podpětíová spoušť působí v tomto rozmezí:

- nesmí vypnout při 100 % až 65 % jmenovitého napětí spouště
- smí vypnout v rozsahu 65 % až 35 % jmenovitého napětí spouště
- musí vypnout pod 35 % jmenovitého napětí spouště
- jistič s podpětíovou spouští se musí dát zapnout při 75 % jmenovitého napětí spouště
- jistič se nesmí dát zapnout pod 35 % jmenovitého napětí spouště

### ***Návěštní spínač***

Návěštní spínač signalizuje vypnutou polohu jističe při jeho vypnutí nadproudovou spouští (závislou nebo nezávislou). Zajišťuje blokování dálkového znovuzapnutí jističe zapínací spouští. Pro odblokování návěštního spínače se používá černé tlačítko umístěné na čelním krytu jističe AR.

### ***Nadproudová spoušť nezávislá okamžitá***

Nadproudová spoušť nezávislá je v podstatě elektromagnet, kde pohyblivá kotva působí přes táhla na volnoběžku jističe. Používá se jako zkratová ochrana. Spoušť je nastavitelná v rozmezí proudu (hodnoty jsou uvedené v kA), které jsou vyraženy na regulačním kotouči. Tato spoušť se používá pro střídavý i stejnosměrný proud.

### ***Nadproudová spoušť závislá zpožděná pro střídavý proud (tepelná)***

Nadproudová spoušť závislá zpožděná je složena z proudového transformátoru a vlastního tepelného relé složeného z dvojkovu a mžikového spínače. Sekundární vinutí proudového transformátoru je připojeno na topné vinutí dvojkovu, který ovládá mžikový spínač zapojený do obvodu vypínací spouště jističe. Nadproudová spoušť je nastavitelná v rozmezí  $\pm 30$  % od střední hodnoty jmenovitého proudu spouště. Tato nadproudová spoušť je vybavena kompenzací, která omezuje vliv teploty okolního prostředí v rozmezí asi  $-20^{\circ}\text{C}$  až  $+50^{\circ}\text{C}$ .

### ***Nadproudová spoušť závislá zpožděná pro stejnosměrný proud (kataraktová)***

U této spoušti bylo zpoždění řešeno pomocí tzv. kataraktového relé s polozavřeným tlumičem naplněným silikonovým olejem.

### ***Zpoždění zkratové spouště (nezávislé okamžité)***

Pro selektivní jištění mohla být nadproudová spoušť nezávislá okamžitá doplněna zpožděným vypínáním. Toto zpoždění bylo u jističů AR docíleno zabudovaným olejovým kataraktovým

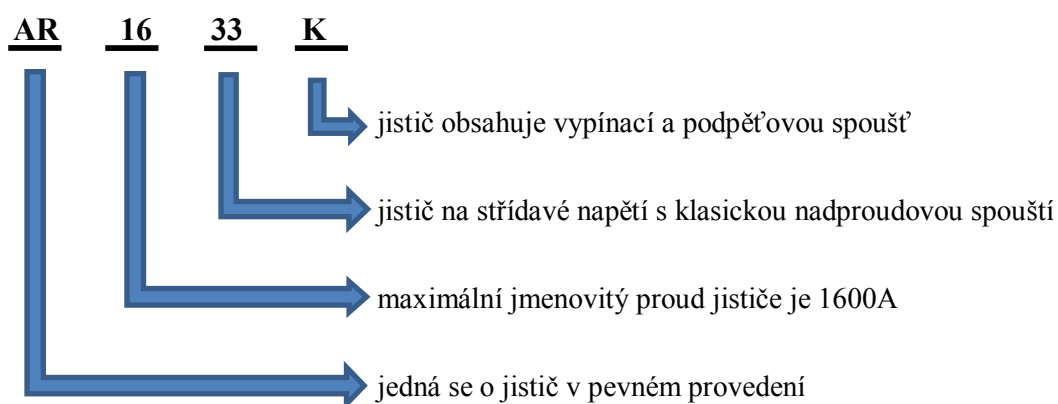
tlumičem. Hodnota zpoždění byla nastavena na hodnotu 0,3 nebo 0,6s (dle objednávky), s přesností  $\pm 20\%$ .

### ***Nadproudová spoušť elektronická***

Tato nadproudová spoušť u jističů AR byla řešena pomocí elektronických relé. Tento způsob provedení se už nepoužívá. Princip současné elektronické ochrany již byl zmíněn v předchozí kapitole 1.4.4 Elektronická spoušť. [6]

## **2.2.3 Specifikace nahrazovaného výkonového jističe AR**

### **Typové označení jističe**



*Tabulka 1 - Přehled typového označení jističů AR a ARV. [6]*

AR		jistič s pevným provedením
ARV		jistič ve výsuvném provedení
	10	maximální jmenovitý proud do 1000 A
	16	maximální jmenovitý proud do 1600 A
	25	maximální jmenovitý proud do 2500 A
	23	stejnoseměrné napětí s klasickou nadproudovou spouští
	33	střídavé napětí s klasickou nadproudovou spouští
	36	střídavé napětí s elektronickou nadproudovou spouští
	37	střídavé napětí s elektronickou nadproudovou spouští a nulové relé
	J	vypínací spoušť
	K	vypínací a podpět'ová spoušť
	L	dvě vypínací spouště
	M	podpět'ová spoušť
	01	návěstní spínač
	30	zpoždění zkratové spouště
	31	zpoždění zkratové spouště a návěstní spínač

## 2.2.4 Nastavené hodnoty nadproudových spouští na stávajícím jističi AR-1633-K

Na stávajícím výkonovém jističi byly nastaveny hodnoty nadproudových spouští dle níže uvedené tabulky.

Tabulka 2 - Nastavené hodnoty nahrazovaného jističe AR1633

Nadproudová spoušť	Volba nastavení	Nastavená hodnota
Spoušť tepelná (závislá)	900 – 1250 – 1600 A	900 A
Spoušť zkratová (okamžitá)	3,7 – 7,5 – 12,0 kA	7,5 kA

## 2.3 Požadavky na rekonstrukci rozváděče a nového výkonového jističe

Hlavní požadavky na provedení rekonstrukce rozváděče s výkonovým jističem jsou následující:

- ***Samotná rekonstrukce musí být provedena v co nejkratším čase***

Společnost Refrasil vyrábí své produkty v nepřetržitém třisměnném provozu a každé přerušení výroby znamená pro společnost finanční ztráty. Odstávka z důvodu rekonstrukce rozváděče smí být provedena pouze v odpoledních hodinách a samotné odstavení, zajištění, provedení rekonstrukce, opětovné odjištění a znovuzprovoznění rekonstruovaného elektrického zařízení nesmí přesáhnout dobu jedné pracovní směny.

- ***Nový výkonový jistič musí plně nahradit funkci stávajícího jističe AR***

Parametry a rozsah nastavení ochranných spouští nového výkonového jističe musí vyhovovat požadavkům chráněného elektrického zařízení.

- ***Nový výkonový jistič nebude vybaven podpět'ovou spouští***

Oproti původnímu výkonovému jističi AR, nebude nový jistič vybaven podpět'ovou spouští. Při výpadku elektrického napětí a jeho znovuoobnovení musela elektroúdržba podniku vždy zajít do hlavní rozvodny a zapnout zmíněný jistič AR, což způsobilo další zbytečné prodloužení nežádoucí přestávky výroby.

- ***Bude zachováno orientační měření spotřeby a zobrazování velikosti aktuální efektivní hodnoty elektrického proudu***
- ***Nový jistič bude ovládaný ze dveří rozváděče, kde bude také umístěna signalizace stavu jeho silových kontaktů***
- ***Náklady na rekonstrukci musí být minimální***

### 3 Realizace výběru a instalace nového typu jističe

#### 3.1 Výběr nového jističe

Samotný výběr nového typu výkonového jističe byl uskutečněn dle již zmíněných požadavků v předchozí kapitole 2.3 Požadavky na rekonstrukci rozváděče a nového výkonového jističe. Výběr nového jističe byl proveden mezi pěti renomovanými výrobci, kteří mají vybudované zázemí v České republice. Vzhledem k tomu, že stávající jistič AR1633 má maximální hodnotu jmenovitého proudu 1600 Ampér, byl výběr proveden v oblasti kompaktních jističů. Kromě výhod kompaktních jističů uvedených již v úvodní části jsou také podstatně levnější než výkonnější vzduchové jističe.

Nový jistič bude použit v průmyslové síti IT se jmenovitým napětím 500 V. Uvedené hodnoty v *Tabulce 3.* proto odpovídají napěťové hladině 500V respektive 525V.

*Tabulka 3 - Porovnání technických parametrů několika typů kompaktních jističů [7, 9, 10, 11, 12]*

Typ jističe	MC4N-AE1600	NS1600H	NZMN4-AE1600	T7S 1600M	BL1600S
Jmenovitý proud $I_n$	1600 A	1600 A	1600 A	1600 A	1600 A
Jmenovité impulzní výdržné napětí $U_{imp}$	8 kV	8 kV	8 kV	8 kV	8 kV
Jmenovitá mezní zkratová vypínací schopnost $I_{cu}$	25 kA	50 kA	25 kA	40 kA	45 kA
Jmenovitá provozní zkratová vypínací schopnost $I_{cs}$	19 kA	25 kA	19 kA	40 kA	30 kA
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud $I_{cw}/1s$	19,2 kA	19,2 kA	19,2 kA	20 kA	20 kA
Jmenovitá zkratová zapínací schopnost $I_{cm}$	53 kA	50 kA	53 kA	84 kA	140 kA (415 V)
Doba vypnutí při $I_{cu}$	< 35 ms	80 ms	< 35 ms	< 60 ms	30 ms
Mechanická životnost (spínací cykly)	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Maximální četnost spínání (cyklů za hodinu)	60	----	60	60	120
Katalogová cena jističe včetně požadovaného příslušenství	62.372 Kč (cena eshop)	85.338 Kč	81.697 Kč	92.398 Kč	81.779 Kč
Celkové rozměry jističe s mot. pohonem (Š x V x H)	210 x 401 x 339 mm	200 x 327 x 182 mm	210 x 401 x 339 mm	210 x 268 x 170 mm	210 x 494 x 268,5 mm

### 3.1.1 Kompaktní jistič MC4N-AE1600

Jistič MC4N-AE1600 je produktem společnosti Schrack Technik, která se specializuje na produkty a řešení v oblasti energetických a datových sítí a rozvodů. Jedná se o třípólový jistič v pevném provedení velikosti 4 s normální vypínací schopností. Jmenovitý proud jističe  $I_n$  je 1600 A.



Obrázek 3.1 - Kompaktní jistič MC4N-AE1600

Jistič je vybaven elektronickou spouští s následujícími parametry:

- Nastavitelná spoušť na přetížení v rozsahu  $0,5 - 1 \times I_n$  (800 až 1600 A).
- Nastavitelná zkratová spoušť v rozsahu  $2 - 12 \times I_n$  (3,2 až 19,2 kA).

Ceny jističe a požadovaného příslušenství dle eshopu Schrack Technik:

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| • Jistič včetně elektronické spouště | 42 228 Kč |
| • Motorový pohon                     | 18 100 Kč |
| • Vypínací spoušť                    | 1 916 Kč  |
| • Pomocný spínač                     | 128 Kč    |

Výhody: nízká cena

Nevýhody: nižší jmenovitá zkratová vypínací schopnost

[11, 17]

### 3.1.2 Kompaktní jistič NS1600H

Jistič NS1600H vyrábí společnost Schneider Electric, která je světovým expertem v ovládní elektrické energie. Tento jistič byl navržen v pevném provedení s elektrickým ovládním a je vybaven elektronickou spouští Micrologic 2.0. Hodnota jmenovitého proudu jističe  $I_n$  je 1600 Ampér.



*Obrázek 3.2 - Ukázka kompaktního jističe NS1600H*

Parametry elektronické spouště Micrologic 2.0:

- Nastavení spouště na přetížení (LT) v rozsahu  $0,4 - 1 \times I_n$  (640 až 1600 A).
- Nastavení časového zpoždění (LT) v rozsahu 0,5 až 24 s.
- Nastavení zkratové spouště v rozsahu  $1,5 - 10 \times I_r$  (max 16 kA při  $I_r = 1600$  A).

Katalogové ceny jističe a požadovaného příslušenství:

- |                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| • Blok jistič NS1600H                | 41 345 Kč |
| • Elektronická spoušť Micrologic 2.0 | 14 989 Kč |
| • Motorový pohon                     | 26 061 Kč |
| • Vypínací spoušť                    | 2 377 Kč  |
| • Pomocný spínač                     | 566 Kč    |

Výhody: možnost nastavení časového zpoždění spouště na přetížení  
menší rozměry jističe

Nevýhody: delší doba vypnutí zkratové spouště

[10, 16]



### 3.1.3 Kompaktní jistič NZMN4-AE1600

Jistič NZMN4-AE1600 je produktem společnosti Eaton Elektrotechnika s.r.o., její dřívější název (do 2009) byl Moeller. Společnost je výrobcem přístrojů pro domovní a průmyslové elektroinstalace, přístrojů pro distribuci elektrické energie a záložních zdrojů. Tento jistič v pevném provedení s normální vypínací schopnosti je vybaven elektronickou spouští pro ochranu obvodů a kabelů. Jistič má hodnotu jmenovitého proudu  $I_n = 1600$  A.



Obrázek 3.3 - Ukázka kompaktního jističe NZMN4

Parametry elektronické spouště AE:

- Nastavitelná spoušť na přetížení v rozsahu  $0,5 - 1 \times I_n$  (800 až 1600 A).
- Nastavitelná zkratová spoušť v rozsahu  $2 - 12 \times I_n$  (3,2 až 19,2 kA).

Katalogové ceny jističe a požadovaného příslušenství:

- |                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| • Jistič s elektronickou spouští AE | 61 872 Kč |
| • Motorový pohon                    | 18 005 Kč |
| • Vypínací spoušť                   | 1 712 Kč  |
| • Pomocný spínač                    | 108 Kč    |

Výhody: libovolná montážní poloha

Nevýhody: nižší jmenovitá zkratová vypínací schopnost

[12, 18]

### 3.1.4 Kompaktní jistič T7S 1600M

Jističe řady Tmax T7 jsou produktem společnosti ABB, která je přední světovou společností působící v oblasti energetiky a automatizace. Jistič T7S 1600M je motoricky ovládaný jistič v pevném provedení. Jistič byl navržen se základní elektronickou spouští PR231/P zajišťující ochranu před přetížením a zkratem. Jmenovitá hodnota proudu  $I_n$  je 1600 Ampér.



*Obrázek 3.4 - Ukázka kompaktního jističe T7-M*

Parametry elektronické spouště PR231/P:

- Nastavení spouště na přetížení v rozsahu  $0,4 - 1 \times I_n$  (640 až 1600 A).
- Volba nastavení doby vybavení spouště na přetížení při  $6 \times I_r$  na 3 a 12 s.
- Nastavení zkratové spouště v rozsahu  $1 - 10 \times I_n$  (1,6 až 16 kA).
- Možnost nastavení časového zpoždění zkratové spouště na hodnotu 0,1 a 0,25 s.

Katalogové ceny jističe a požadovaného příslušenství:

- |  |           |
|--|-----------|
| • Jistič s elektronickou spouští PR231/P | 71 318 Kč |
| • Motorový pohon                         | 16 103 Kč |
| • Vypínací spoušť                        | 1 687 Kč  |
| • Zapínací spoušť                        | 1 687 Kč  |
| • Pomocný spínač                         | 1 603 Kč  |

Výhody: vyšší jmenovitá zkratová vypínací schopnost  
větší možnost nastavení elektronické spouště  
možnost vybavit jistič dvěma vypínacími spouštěmi

Nevýhody: vyšší cena jističe [9,15]

### 3.1.5 Kompaktní jistič BL1600S

Jistič BL1600S je největším kompaktním jističem řady Modeion společnosti OEZ. Společnost OEZ je už více jak 70 let komplexním dodavatelem produktů a služeb v oblasti jištění elektrických obvodů a zařízení nízkého napětí. Od roku 2007 je součástí skupiny Siemens. Jistič BL1600S je v pevném provedení vybaven distribuční elektronikou spouští DTV3. Jmenovitá hodnota proudu  $I_n$  jističe je 1600 Ampér.



*Obrázek 3.5 - Ukázka kompaktního jističe BL1600S*

Parametry elektronické spouště DTV3:

- Nastavení spouště na přetížení v rozsahu  $0,4 - 1 \times I_n$  (630 až 1600 A).
- Možnost vypnutí tepelné paměti.
- Nastavení hodnoty zkratové spouště v rozsahu 2 – 20 kA.
- Signalizace dosažení hodnoty proudu  $I > 80\% I_r$  ,  $I > 110\% I_r$  .

Katalogové ceny jističe a požadovaného příslušenství:

- |                            |           |
|----------------------------|-----------|
| • Blok jističe BL1600S     | 25 595 Kč |
| • Elektronická spoušť DTV3 | 30 736 Kč |
| • Motorový pohon           | 21 784 Kč |
| • Vypínací spoušť          | 2 002 Kč  |
| • Pomocný spínač           | 1 662 Kč  |

Katalogová cena výše specifikovaného kompaktního jističe BL1600S ve výsuvném provedení je o 21 588 Kč dražší než ve variantě pevného provedení.

[7, 13]

Výhody:

- vyšší jmenovitá zkratová vypínací schopnost
- velká četnost spínání jističe za hodinu
- kratší doba vypnutí zkratové spouště
- tuzemský výrobce s nejdelší působností v ČR
- dobrá poměr cena/výkon

Další nesporně velkou výhodou společnosti OEZ je, že stávající jistič řady AR je jejich dřívějším produktem. Společnost OEZ v tomto případě nabízí možnost instalace nového jističe BL1600S pomocí sady retrofitu do stávajícího rozváděče se zastaralým jističem typu AR1633. Výhodou zmíněné sady retrofitu je velmi rychlá náhrada zastaralého jističe bez nutnosti provedení úprav rozváděče. Znamená to, že není zapotřebí řešit žádné konstrukční úpravy v rozváděči, ani není nutné nahrazovat nebo jakkoli upravovat silové vodiče (většinou hliníkové nebo měděné přípojnice) nahrazovaného jističe. Největším přínosem při použití této sady je velká časová úspora, což je zejména u podniků s nepřetržitým provozem z ekonomického hlediska velmi důležitý faktor.

Firma Refrasil už absolvovala několik náhrad svých zastaralých výkonových jističů typu AR za kompaktní jističe BL1600S a doposud se nevyskytly žádné komplikace. Nejen tyto okolnosti nakonec jednoznačně rozhodly ve prospěch kompaktního jističe BL1600S od společnosti OEZ jako nejlepší varianta řešení pro náhradu zastaralého jističe AR1633.

Rekonstrukce stávajícího rozváděče +500V.19 byla navržena ve dvou variantách provedení. První varianta rekonstrukce rozváděče spočívala ve výměně výkonového jističe a zachování stávajícího nožového odpojovače SEZ Krompachy. Druhá varianta představovala celkovou rekonstrukci včetně demontáže odpojovače SEZ Krompachy a nahrazení obou přístrojů jedním kompaktním jističem ve výsuvném provedení.

#### Výhody celkové rekonstrukce:

- rozváděč bude po celkové rekonstrukci
- úspora volného prostoru v rozváděči – v tomto případě můžeme tuto okolnost považovat za bezpředmětnou
- zajištění větší bezpečnosti pro obsluhu elektrického zařízení
- možnost velice rychlé a jednoduché výměny bloku jističe v případě výskytu poruchy

#### Nevýhody celkové rekonstrukce:

- vyšší náklady na rekonstrukci – vyšší cena jističe ve výsuvném provedení, nutná výroba a montáž nových přípojníc pro silový obvod nového jističe
- delší doba potřebná pro celkovou rekonstrukci rozváděče
  - ⇒ vyšší náklady za provedenou práci
  - ⇒ navýšení rizika nesplnění dané časové lhůty pro rekonstrukci rozváděče

Firma Refrasil se rozhodla pro první finančně i časově méně náročnou variantu.

### 3.2 Realizace rekonstrukce rozváděče

Rekonstrukce byla realizována montážní firmou, která je vyškoleným partnerem OEZ v oblasti provádění náhrady morálně zastaralých jističů s využíváním retrofitů přístrojů OEZ. Samotná rekonstrukce proběhla ve dvou oblastech, a to v silovém obvodu rozváděče a v pomocných ovládacích a měřicích obvodech nově instalovaného výkonového jističe BL1600S.

#### 3.2.1 Rekonstrukce silového obvodu

Po demontáži jističe AR1633 byl nový jistič BL1600S za použití sady retrofitu nainstalován na nosnou konstrukci daného rozváděče. Montážní organizace se rozhodla odstranit stávající měděné slané kabely, které propojovaly nožový odpojovač s jističem AR1633. Náhradu provedla hliníkovou přípojnici o rozměrech 63 x 10 mm, která propojila horní svorky nového jističe BL1600S se stávajícím nožovým odpojovačem. Nově zhotovené přípojnice byly navíc zpevněny konstrukčním izolačním materiálem, konkrétně kartitovou deskou (pertinaxem) o rozměrech 50 x 10 mm. Na spodní svorky jističe BL1600S byla namontována přípojovací sada s označením CS-BL-ARPD určená pro stavebnicovou náhradu jističe AR16 jističem BL1600S v pevném nebo výsuvném provedení na dolní svorky. Tato sada je určena k použití pro jistič s proudovým zatížením do 1450 Ampér. Tato sada umožňuje bez jakýchkoliv úprav instalaci původních hliníkových přípojníc s napojenými stávajícími odvodními kabely viz. *Obrázek 3.6a*. V tomto případě však stávající přípojnice s napojenými kabely postrádaly podporu, což by způsobovalo nežádoucí mechanické namáhání dolních svorek nového jističe. Byly proto zhotoveny nové hliníkové přípojnice pro napojení kabelů uchycené v nosičích přípojníc řady Delta. Kromě toho byla ještě svislá část přípojníc zajištěna kartitovými deskami pro zamezení možného průhybu přípojníc viz. *Obrázek 3.6b*.



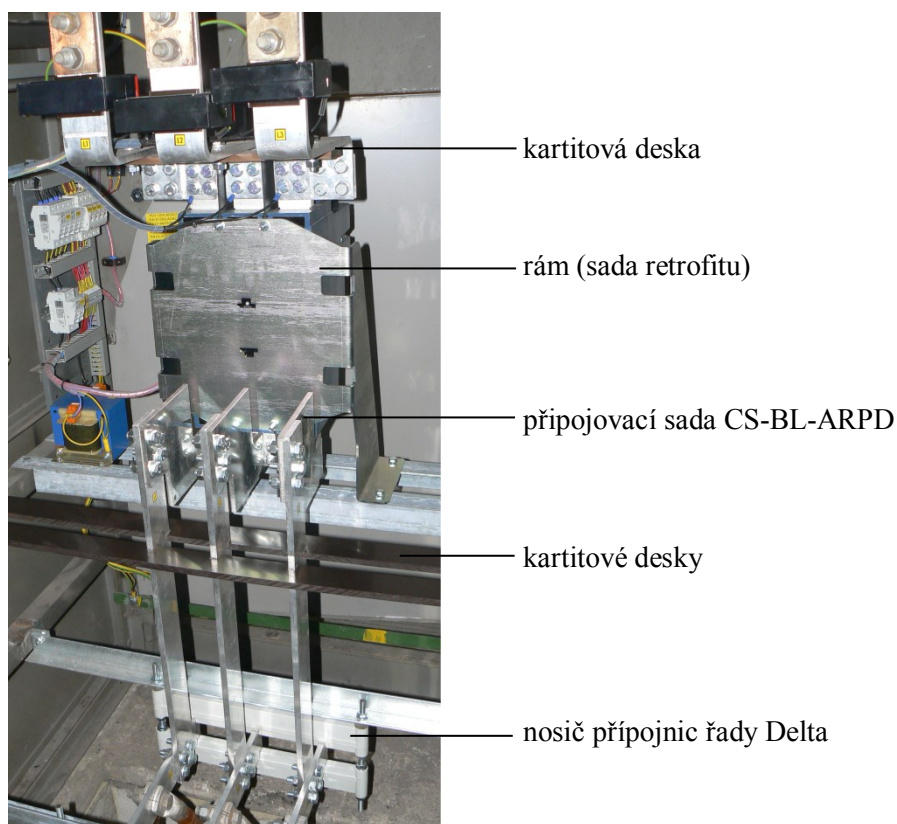
*Obrázek 3.6 - a) původní spodní přípojnice*



*b) nově zhotovené spodní přípojnice*

Těmito úpravami bylo dosaženo následujících výhod:

- sjednocení způsobu provedení vodičů silového obvodu jističe BL1600S na hliníkové přípojnice o stejných rozměrech v celém prostoru rozváděče
- zvýšení možného proudového zatížení silového obvodu (zvětšením průřezu)  
⇒ menší pravděpodobnost vzniku možného přetížení vodičů
- zvýšení mechanické pevnosti silového obvodu  
⇒ lepší odolnost vodičů vůči působení elektrodynamických sil zkratových proudů
- uchycení spodních hliníkových přípojníc pro připojení kabelů  
⇒ zamezení zatěžování dolních připojovacích svorek jističe odvodními kabely



Obrázek 3.7 - Zadní pohled na připojení nového jističe BL1600S

Dle projektové dokumentace byly na kompaktním jističi BL1600S nastaveny níže uvedené hodnoty elektronické distribuční spouště DTV3.

Tabulka 4 - Nastavené hodnoty nového jističe BL1600S

Nadproudová spoušť	Volba nastavení	Nastavená hodnota
Spoušť na přetížení (závislá)	630 ÷ 1600 A (16 možností)	800 A
Spoušť zkratová (okamžitá)	2 ÷ 20 kA (8 možností)	6 kA

### 3.2.2 Rekonstrukce pomocného měřicího obvodu

Celý stávající systém měření spotřeby elektrické energie (dvou fází) včetně zobrazování aktuální efektivní hodnoty elektrického proudu (jedné fáze) byl demontován. Pro požadavek zachování orientačního měření elektrické energie a zobrazení aktuální efektivní hodnoty elektrického proudu byl rozváděč vybaven multifunkčním měřicím přístrojem Sentron PAC3200 od společnosti Siemens. Měření je realizováno nepřímou metodou skrze měřicí transformátory proudu s převodem 800/5 Ampér, které jsou umístěny ve všech třech vodičích silového obvodu. Měřicí přístroj Sentron je umístěn ve dveřích rozváděče.

Výhody měřicího přístroje Sentron PAC3200:

- měření více jak 50 veličin (měření minimálních, efektivních a maximálních hodnot)
- vysoká přesnost měření elektrické práce (třída 0,5S)
- lze připojit přímo na průmyslové sítě 3~690/400 V AC
- měření proudu přes měřicí transformátor proudu s převodem na 1 nebo 5 Ampér
- velký grafický LCD zobrazovač
- integrované rozhraní Ethernet
- krytí IP65 [14]



Obrázek 3.8 - Multifunkční měřicí přístroj Sentron ve dveřích rozváděče

### 3.2.3 Rekonstrukce pomocného ovládacího obvodu

Původní ovládací a signalizační obvody zastaralého jističe AR1633 včetně jejich zdroje ve formě transformátoru byly demontovány. Ovládací obvod jističe BL1600S je napájen z nového transformátoru 500/230 V. K dálkovému zapnutí i vypnutí jističe BL1600S lze použít motorový pohon. Po přivedení ovládacího napětí na svorky motorového pohonu dojde automaticky k nastřádání. Po přivedení zapínacího impulsu jistič sepne. Vypínání jističe motorovým pohonem trvá kolem 10 sekund, proto se většinou používá k rychlejšímu vypnutí napěťovou nebo podpěťovou spoušť.

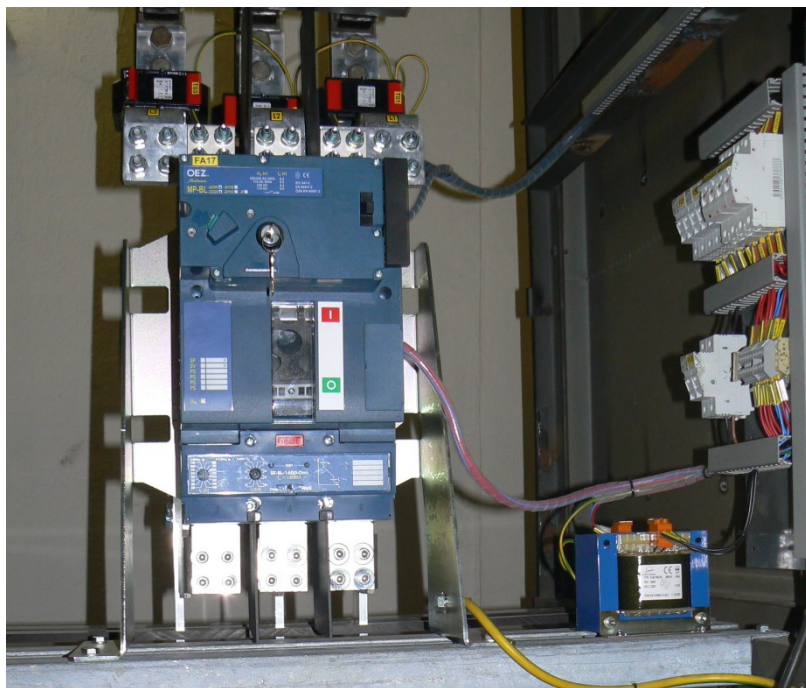


Po vypnutí jističe vždy dojde k automatickému nastřádání. Při poruše ovládacího napětí lze motorový pohon nastřádat ručně pomocí výklopné páky a zapnout jistič zeleným tlačítkem. Vypnou jistič lze vždy červeným tlačítkem TEST na nadproudové spoušti. [7]

*Tabulka 5 - Parametry motorového pohonu MP-BL-X230*

Pracovní napětí motorového pohonu	230 V AC	220 V DC
Čas do nastřádání motorového pohonu	14 s	18 s
Čas do zapnutí jističe motorovým pohonem	< 70 ms	
Čas do vypnutí jističe motorovým pohonem	10 s	12 s
Četnost cyklu ZAP/VYP	2 cykly/min	

Zapínání a vypínání jističe BL1600S se provádí ze dveří rozváděče, kde je také signalizována poloha hlavních kontaktů jističe. K zapínání jističe se používá motorového pohonu, k vypínání se používá napěťovou vypínací spoušť. K signalizaci polohy hlavních kontaktů jističe BL1600S se využívá jeho pomocných spínačů. Kompletní schéma zapojení silových i ovládacích obvodů rekonstruovaného rozváděče +500V pole č. 19 je uvedeno v příloze.



*Obrázek 3.9 - Pohled na jistič BL1600S s motorovým pohonem a ovládacím obvodem*



## 4 Výhody rekonstruovaného rozváděče

Stěžejním bodem celé rekonstrukce rozváděče +500V.19 byla náhrada stávajícího morálně zastaralého a opotřebovaného výkonového jističe AR1633 za nový kompaktní jistič typu BL1600S. Výhody rekonstruovaných částí rozváděče souvisejících s náhradou původního jističe AR1633 za nový jistič BL1600S jsou již uvedené v minulých kapitolách.

### 4.1 Porovnání technických parametrů jističů

Původní zastaralý výkonový jistič AR1633 i nový kompaktní jistič BL1600S jsou produkty společnosti OEZ. Jističe řady AR25 se jmenovitým proudem do 2500 Ampér patřily tehdy k nejvýkonnějším jističům společnosti OEZ. V současné době jsou nahrazeny vzduchovými jističi ARION se jmenovitým proudem až 6300 Ampér. V případě jističů řady AR10 (do 1000 A) a AR16 (do 1600 A) je zde možnost náhrady kompaktními jističi BL1000S a BL1600S. Vzduchové jističe ARION jsou vyráběny ve třech typových velikostech se jmenovitým proudem od 630 do 6300 Ampér. K jejich výhodám patří vyšší jmenovitá mezní zkratová vypínací schopnost než u kompaktních jističů (až 100 kA při 415 V), vyšší jmenovitý krátkodobý výdržný proud (až 80 kA/1s) a možnost varianty jističe ARION ve čtyřpólovém provedení. Nevýhodou je hlavně vyšší cena (při stejném jmenovitém proudu) než u kompaktních jističů. V případě rozebírané rekonstrukce rozváděče +500V.19 jsou všechny technické parametry kompaktního jističe BL1600S dostačující.

Při porovnávání nahrazovaného výkonového jističe AR1633 kompaktním jističem BL1600S hovoří ve prospěch nového jističe následující parametry:

- jistič je vybaven elektronickou spouští
  - ⇒ přesné skokové nastavení spouště na přetížení (závislé) a zkratové spouště (okamžité)
  - ⇒ velký rozsah nastavení obou spouští
  - ⇒ spoušť nepotřebuje pro svou funkci cizí napětí
- vyšší zkratová zapínací schopnost
- stejná mezní zkratová vypínací schopnost i při opačném připojení silových pólů jističe
- větší mechanická i elektrická trvanlivost
- větší hustota spínání
- minimální příkon příslušenství jističe
- velká variabilita
- vyšší bezpečnost (možnost krytí IP20)
- dostupnost náhradních dílů a servisu

Nevýhodou nového jističe BL1600S je nižší hodnota krátkodobého výdržného proudu než u původního jističe AR1633. [6. 7]

Tabulka 6 - Porovnání technických parametrů původního a nového jističe [6, 7]

Typ jističe	AR1633	BL1600S
Jmenovitý proud $I_n$	1600 A	1600 A
Jmenovitá mezní zkratová vypínací schopnost $I_{cu}$	50 / 40 kA	45 kA
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud $I_{cw}/1s$	50 kA	20 kA
Jmenovitá zkratová zapínací schopnost $I_{cm}$	105 kA	140 kA (415 V)
Doba vypnutí při $I_{cu}$	30 ms	30 ms
Mechanická trvanlivost (spínací cykly)	4 000	10 000
Elektrická trvanlivost (spínací cykly)	2 000	4 000
Maximální četnost spínání (cyklů za hodinu)	10	120
Doba natažení střadače	13 – 16 s	14 s
Příkon vypínací spouště	300 VA	< 2,5 VA
Příkon zapínací spouště	320 VA	---
Příkon motorového pohonu	350 VA	200 VA
Celkové rozměry jističe s mot. pohonem (Š x V x H)	420 x 576 x 475 mm	210 x 494 x 268,5 mm

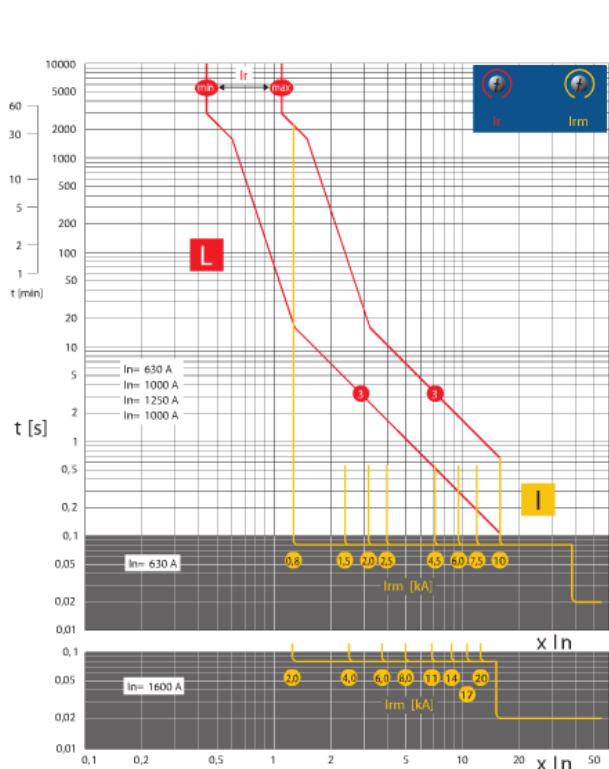
## 4.2 Porovnání vypínacích charakteristik jističů

Stávající jistič AR1633 byl vybaven tepelnou nadproudovou spouští, zatímco nový jistič BL1600S je osazen elektronickou distribuční spouští DTV3. Znamená to, že pracují na zcela odlišném principu. V případě jističe AR1633 je doba vypnutí nadproudovou spouští daná dobou dosažení určitého vychýlení bimetalu v závislosti na jeho teplotě. Ve druhém případě je elektronická spoušť vybavená tepelnou pamětí a její činnost řídí mikroprocesor. Přesně naprogramovaný vypínací čas nadproudové spouště je daný speciálně vytvarovanou vypínací charakteristikou bez závislosti na teplotě. Pokud je jistič zatěžován nastaveným redukováným proudem  $I_r$ , alespoň 30 minut, zkrátí se vypínací časy na polovinu. Je-li zatěžován proudem menším než 70%  $I_r$ , vypínací časy se nemění.

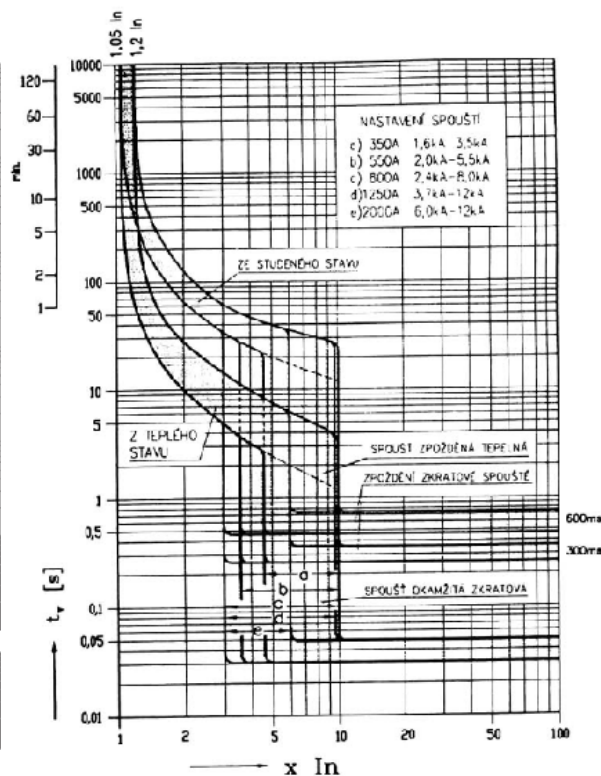
Takže naprogramované vypínací časy podle hodnoty násobku nastaveného redukovaného proudu  $I_r$  se násobí koeficientem 0,5 až 1, jehož hodnota závisí na velikosti zatěžování jističe v posledních třiceti minutách. Porovnáme-li obě vypínací charakteristiky při určitých násobcích nastaveného proudu  $I_r$ , zjistíme rozdílnou dobu vybavení spouští. Při menších násobcích nastaveného proudu  $I_r$  mohou být vypínací časy elektronické spouště DTV3 dvojnásobně delší než v případě tepelné nadproudové spouště. Při vyšších nadproudech je tomu právě naopak. V těchto případech jsou nejdelší vypínací časy elektronické spouště DTV3 několikanásobně kratší než u tepelné nadproudové spouště viz *Tabulka 4.2*. U tepelné nadproudové spouště je časové rozmezí možného vypnutí (podle teplotního stavu bimetalu) značně široké. V případě elektronické spouště DTV3 může být naprogramována hodnota vypínacího času krácena maximálně o polovinu. [7]

*Tabulka 7 - Porovnání vypínacích časů tepelné a elektronické spouště DTV3*

Hodnota nadproudu	Vypínací čas (s)	
	Elektronická spoušť	Tepelná nadproudová spoušť
$2 \cdot I_r$	$300 \div 150$	$150 \div 10$
$3 \cdot I_r$	$25,0 \div 12,5$	$60 \div 5$
$4 \cdot I_r$	$10 \div 5,0$	$45 \div 3$
$5 \cdot I_r$	$6,6 \div 3,3$	$40,0 \div 2,5$



*Obrázek 4.1a - Vypínací charakteristika elektronické spouště DTV3*



*Obrázek 4.1b - Vypínací charakteristika nadproudové spouště tepelné*

## Závěr

Cílem této práce bylo ukázat na konkrétním řešeném případě současné možnosti při rekonstrukci průmyslového rozváděče s výkonovým jističem. Nejčastěji používaným výkonovým jističem osmdesátých let byl bezesporu produkt tuzemského výrobce OEZ. Jističe řady AR (ve výsuvném provedení ARV) se ještě dnes používají v řadě podniků. Část tohoto dokumentu byla věnována specifikaci těchto jističů dle jejich typových označení. V další kapitole bylo snahou naznačit současnou nabídku moderních výkonových jističů včetně jejich technických parametrů. Porovnáním jističe AR 1633 s kompaktním jističem BL1600S lze vidět, jakých pokroků a změn vůči minulé generaci výkonových jističů dosáhly současné moderní jističe.

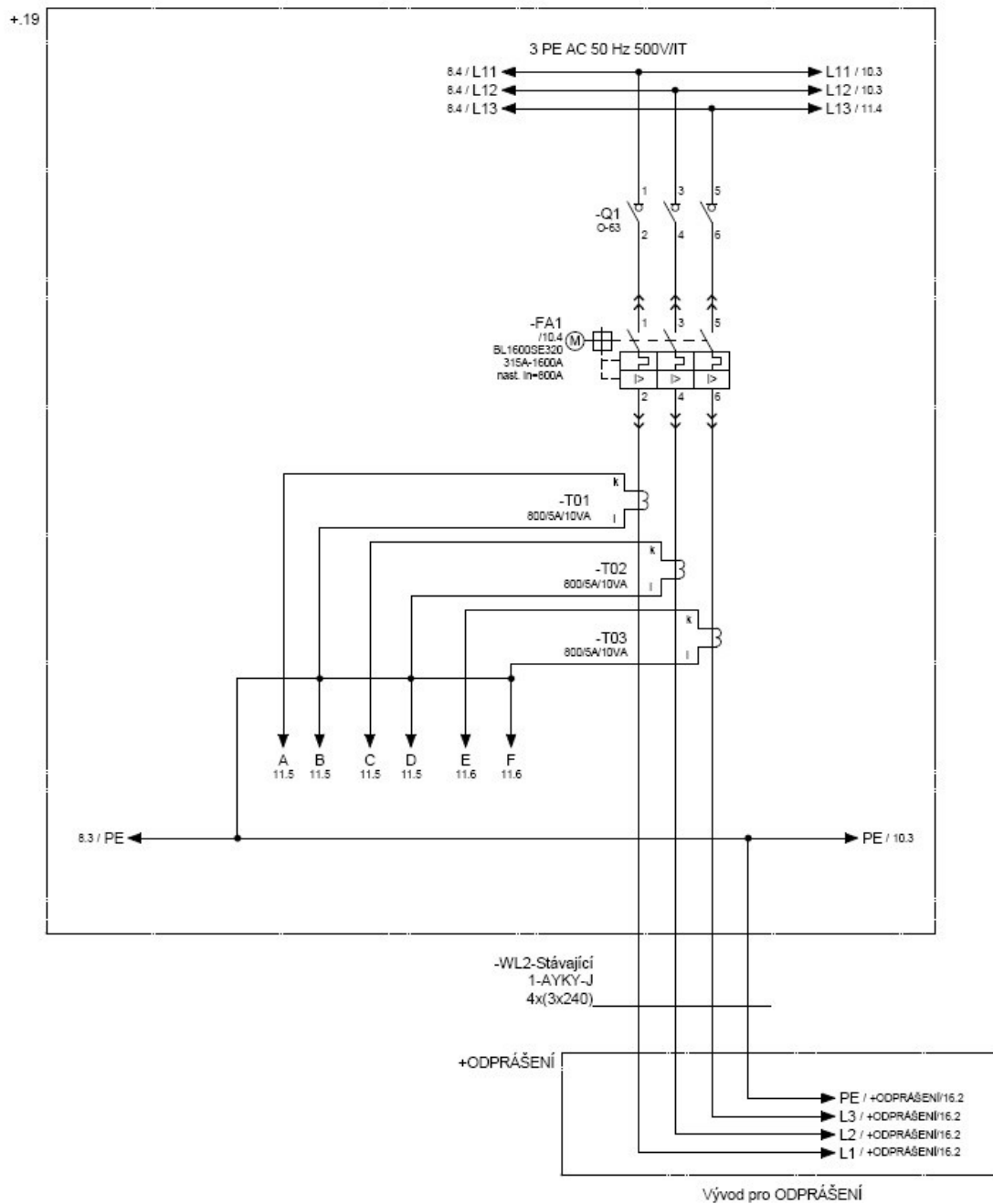
O nutnosti provedení rekonstrukce průmyslového rozváděče +500V.19 s výkonovým jističem nelze pochybovat. Původní jistič AR1633 byl již opotřebován a vykazoval značné komplikace spojené s natažením automatického střádače. Dle výrobce je doba potřebná pro natažení střádače jističe 13 až 16 sekund. V tomto případě však již nestačilo ani pět minut a obsluha musela zasáhnout za použití ruční kliky, aby bylo možné jistič zapnout. Lze však polemizovat, zda způsob a rozsah provedené rekonstrukce rozváděče s výkonovým jističem byl optimálním řešením. Konečná realizace rekonstrukce rozváděče spočívala ve výměně téměř celého silového obvodu vyjma stávajícího nožového odpojovače. Vzhledem k této skutečnosti lze usoudit, že náhrada nožového odpojovače novým kompaktním jističem ve výsuvném provedení by byla lepší variantou. Navíc navýšení celkových nákladů rekonstrukce spojené s instalací jističe ve výsuvném provedení by bylo možno kompenzovat použitím jističe s nižšími výkonovými parametry. Nový jistič BL1600S (jmenovitý proud 1600 Ampér) má spoušť na přetížení nastavenou na hodnotu 800 Ampérů. V případě použití kompaktního jističe BL1000S ve výsuvném provedení (jmenovitý proud 1000 Ampér) se srovnatelnými technickými parametry s jističem BL1600S by celkové navýšení nákladů na rekonstrukci představovala částka 7 500 Kč. Při porovnání této částky s celkovými náklady na rekonstrukci rozváděče, je tato položka do jisté míry zanedbatelná. Výhody celkové rekonstrukce rozváděče +500V.19 by spočívaly především ve zvýšení bezpečnosti obsluhy elektrického zařízení a provozuschopného stavu rekonstruovaného zařízení. Zvýšení bezpečnosti způsobuje zamezení možnosti přerušit elektrický obvod pod zatížením u jističů ve výsuvném provedení, na rozdíl od odpojovačů. Další výhodou výsuvného provedení jističe spočívá v zajištění velmi rychlé a jednoduché výměny bloku kompaktního jističe BL1600S (BL1000S) v případě výskytu poruchy. Z toho vyplývá, že méně finančně náročná varianta provedení rekonstrukce rozváděče s výkonovým jističem může být ve skutečnosti dražší z důvodu nežádoucího zastavení výroby při odstraňování poruchy na elektrickém zařízení.

## Seznam literatury

- [1] – Havelka, O: Elektrické přístroje, Praha 1985, SNTL
- [2] – Vladař, J; Zelenka, J: Elektrotechnika a silnoproudá elektronika, Praha 1986, STNL
- [3] – Škulavík, J: Kompaktní jističe – používání a výběr, Elektro 7/2009
- [4] – Augusta, L: Kompaktní jističe Modeion a jejich využití v průmyslové automatizaci, Elektro 8-9/2010
- [5] – ČSN 33 2000-4-43 ed. 2. Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-43: Bezpečnost – Ochrana před nadproudy. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha 2010
- [6] – Katalog. Třípólové jističe do 2500 A AR. OEZ Letohrad s.r.o., Letohrad 1998, J7 – 1/98
- [7] – Katalog. Kompaktní jističe. OEZ s.r.o., Letohrad 2013, J1-2013-C
- [8] – Katalog. Varius Pojistkové systémy. OEZ s.r.o., Letohrad 2013, P2-2013-C
- [9] – Katalog. Tmax Kompaktní jističe NN do 1600 A. ABB s.r.o., Brno, 1SDC210015D0202
- [10] – Katalog. Kompaktní jističe nn 630 až 1600 A. Schneider Electric CZ s.r.o., Praha 12/2006, S6000
- [11] – Katalog. Výkonové jističe do 6300 A. Schrack Technik s.r.o., Praha 2008
- [12] – Katalog. Výkonové jističe. Moeller Elektrotechnika s.r.o., Praha 2009, SK NZM-LZM CZ
- [13] – [www.oez.cz](http://www.oez.cz)
- [14] – [www.siemens.cz](http://www.siemens.cz)
- [15] – [www.abb.cz](http://www.abb.cz)
- [16] – [www.schneider-electric.cz](http://www.schneider-electric.cz)
- [17] – [www.schrack.cz](http://www.schrack.cz)
- [18] – [www.eaton.cz](http://www.eaton.cz)

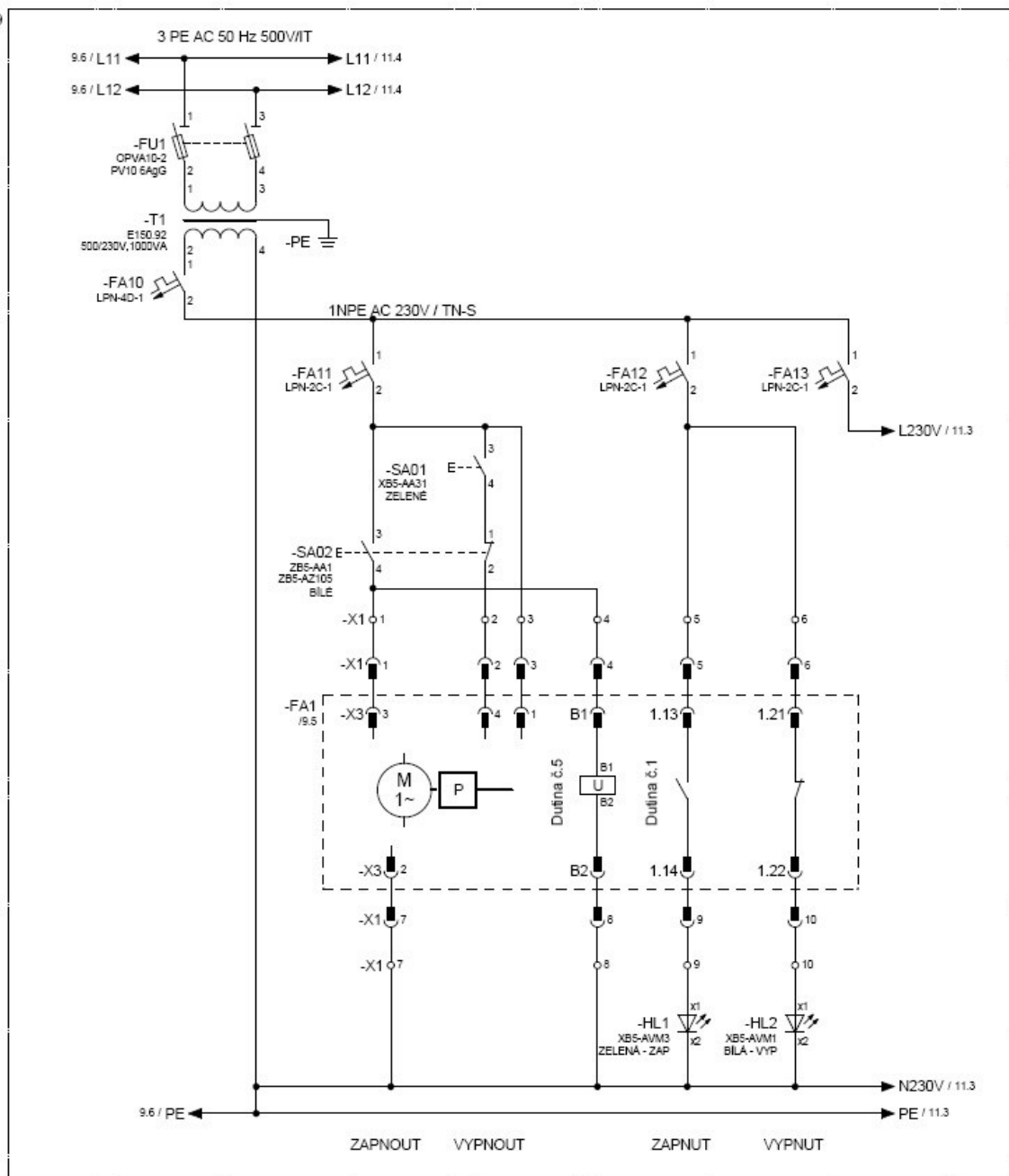
## Příloha A:

Vývod pro odprášení +500V.19

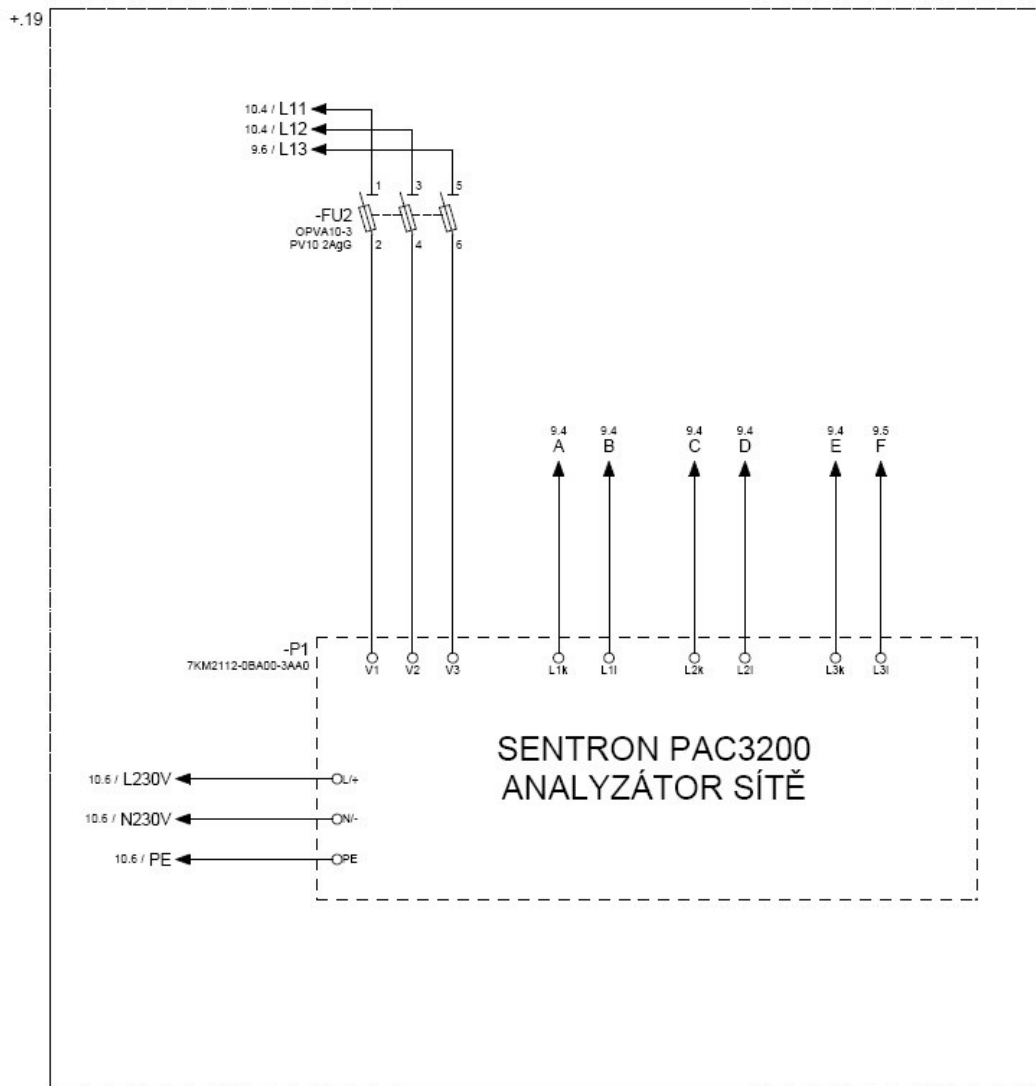


Silový obvod rozváděče

+19



Ovládací obvod rozváděče



Měřicí obvod rozváděče